

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інститут прикладного системного аналізу  
Кафедра математичних методів системного аналізу**

«На правах рукопису»  
УДК 519.876

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ О.Л. Тимошук  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Магістерська дисертація  
на здобуття ступеня магістра  
зі спеціальності 124 Системний аналіз  
на тему: «Система підтримки прийняття рішень на основі мережі  
морфологічних таблиць для стихійних лих»**

Виконав (-ла):  
студент (-ка) II курсу, групи КА-62м  
Зайченко Анастасія Євгеніївна \_\_\_\_\_

Керівник:  
Старший викладач, к. т. н.  
Савченко І.О. \_\_\_\_\_

Рецензент:  
Старший науковий співробітник  
Інституту проблем реєстрації інформації,  
д.т.н., с.н.с  
Циганок В.В. \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.  
Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ  
2018

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Інститут прикладного системного аналізу  
Кафедра математичних методів системного аналізу**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)  
Спеціальність (спеціалізація) – 124 «Системний аналіз» («Системи і методи прийняття рішень»)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ О.Л. Тимощук  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
на магістерську дисертацію студенту  
Зайченко Анастасія Євгеніївна**

1. Тема дисертації «Система підтримки прийняття рішень на основі мережі морфологічних таблиць для стихійних лих», науковий керівник дисертації Савченко Ілля Олександрович, кандидат технічних наук, затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_
2. Термін подання студентом дисертації \_\_\_\_\_
3. Об'єкт дослідження : стихійні лиха.
4. Предмет дослідження: мережа морфологічних таблиць.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити огляд типів і характеристик стихійних лих, огляд методів морфологічного аналізу, побудова мережі морфологічних таблиць для стихійних лих, розробка додатку для підрахунку.
6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: актуальність та постановка задачі роботи, мережа морфологічних таблиць, аналіз мережі морфологічних таблиць, приклади використання.
7. Орієнтовний перелік публікацій : тези конференції SAIT-2018
8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка

Студент

А.Є. Зайченко

Науковий керівник дисертації

І.О. Савченко

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 79 с., 4 частини, 13 рис., 48 табл., 36 джерел.

Об'єкт дослідження: стихійні лиха.

Метою даної роботи є розробка мережі морфологічних таблиць для такого стихійних лих, за допомогою якої можливо як оцінити загальну підготовленість до катастроф в межах певних регіонів або країни в цілому, так і визначити їх наслідки з фіксованими параметрами та запропонувати пом'якшувальні міри.

Методи дослідження: мережа морфологічних таблиць, двоетапний морфологічний аналіз.

Результати та їх новизна: запропоновано принципово новий спосіб розглядання стихійних лих та їх наслідків, а саме розроблена система підтримки прийняття рішень на основі мережі морфологічних таблиць для стихійних лих.

Результати даної роботи, тобто система підтримки прийняття рішень допомагає структурувати стихійні лиха за певними характеристиками; дозволяє розглянути одночасно велику кількість варіантів; будь-який параметр може бути зафіксовано для того, щоб прослідкувати поведінку інших параметрів; допомагає визначити наслідки лиха та пропонує пом'якшувальні міри; результати дослідження отримуються у зручному для прийняття рішень вигляді ваг альтернатив і можуть бути наглядно представлені за допомогою діаграм або графіків.

**СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, СТИХІЙНІ ЛИХА,  
МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ, МЕРЕЖА МОРФОЛОГІЧНИХ ТАБЛИЦЬ,  
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПЕРЕДБАЧЕННЯ**

## ABSTRACT

Master's thesis: 79 pp., 4 parts, 13 figures, 48 tables, 36 sources.

Object of research: natural disasters.

The purpose of this work is to develop a network of morphological tables for such natural disasters, by which it is possible to assess the overall preparedness for disasters within certain regions or the country as a whole, and to determine their consequences with fixed parameters and to propose mitigation measures.

Methods of study: network of morphological tables, 2-step morphological analysis.

Results and their novelty: a fundamentally new way of dealing with natural disasters and their consequences is proposed, namely a system of decision-making support system based on a network of morphological tables for natural disasters.

The results of this work, that is, the system of decision support helps to structure natural disasters for certain characteristics; allows to consider simultaneously a large number of variants; any parameter can be locked in order to trace the behavior of other parameters; Helps to identify the consequences of a disaster and offers softening measures; the results of the study are obtained in a convenient decision-making form for the weight of the alternatives i can be represented visually by means of diagrams or graphs.

THE SYSTEM OF SUPPORT FOR DECISION-MAKING, SOLUTIONS,  
MORPHOLOGICAL ANALYSIS, NETWORK OF MORPHOLOGICAL  
TABLES, TECHNOLOGICAL PREDICTION

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КАТАСТРОФ .....	9
1.1 Класифікація катастроф .....	9
1.2 Види стихійних лих .....	10
1.2.1 Землетрус .....	10
1.2.2 Повінь .....	15
1.2.3 Зсув .....	20
1.2.4 Лісова пожежа .....	24
Висновки за розділом .....	28
2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПО МОРФОЛОГІЧНОМУ АНАЛІЗУ .....	30
2.1 Загальні особливості методу морфологічного аналізу .....	30
2.2 Мережі морфологічних таблиць .....	43
Висновки за розділом .....	46
3 МЕРЕЖА МОРФОЛОГІЧНИХ ТАБЛИЦЬ ДЛЯ СТИХІЙНИХ ЛИХ .....	48
3.1 Побудова мережі морфологічних таблиць .....	48
3.2 Оцінювання результативності при наявності фіксованих параметрів .....	60
Висновки за розділом .....	63
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ .....	65
4.1 Опис ідеї проекту .....	65
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту .....	66
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту .....	66
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту .....	69
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту .....	71
Висновки за розділом .....	73
ВИСНОВКИ .....	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	76
ДОДАТОК А ЛІСТИНГ КОДУ .....	80
ДОДАТОК Б ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ .....	87

## ВСТУП

У наш час проблема безпеки та усунення наслідків природних катастроф стає все більш актуальною, адже стихійне лихо — це надзвичайне природне явище, що діє з величезною руйнівною силою, завдає вагомої шкоди місцю, в якому відбувається, порушує нормальну діяльність населення, знищує будівлі, споруди, загрожує життю і призводить до загибелі людей, тварин, знищення матеріальних цінностей. Ризик виникнення катастроф на території України наразі є достатньо високим. У зв'язку з техногенними факторами і урбанізацією масштабність наслідків і руйнівний потенціал стихійних лих постійно зростає, тому задача запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, ліквідації або мінімізації їх наслідків є пріоритетною.

Стихійні лиха як явища характеризуються суттєвою невизначеністю і великою кількістю ключових факторів, які описують їх протікання. Для дослідження таких подій і прийняття управлінських рішень щодо них використовуються спеціальні методи якісного аналізу, одним з яких є морфологічний аналіз [1]. Однак для задачі оцінювання надзвичайних ситуацій може бути недостатньо двоетапної процедури морфологічного аналізу, оскільки в якості об'єктів морфологічного моделювання доцільно розглядати як саму ситуацію, так і потенційні її наслідки.

Між цими об'єктами існує односторонній зв'язок, і параметри рішення повинні враховувати можливі конфігурації обох цих об'єктів. Для такої задачі доцільно застосувати підхід, оснований на використанні мереж морфологічних таблиць [2].

Ціллю даної роботи є розробка мережі морфологічних таблиць для обраних стихійних лих, за допомогою якої можливо як оцінити загальну підготовленість до катастроф в межах певних регіонів або країни в цілому,

так і визначити їх наслідки з фіксованими параметрами та запропонувати пом'якшувальні міри.

В якості методів дослідження застосовуються мережа морфологічних таблиць та двоетапний морфологічний аналіз.



## 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КАТАСТРОФ

### 1.1 Класифікація катастроф

В теперішній час наш світ сильно пов'язаний з активністю стихійних лих, які часто носять катастрофічний характер. Масштабні землетруси, часті повені, нищівні зсуви та жакливі пожежі викликають загибель великої кількості людей, руйнування будівель, інфраструктури та сильно впливають на життя людей .[3]

За природою надзвичайні події бувають:

- виробничі, під час яких виходить з-під контролю енергія (хімічна, теплова, механічна, електрична, різних видів випромінювання) або шкідливі речовини;

- транспортні;
- соціальні (війни, тероризм, бунти, повстання тощо);
- стихійні.

У свою чергу стихійні поділяються на чотири групи:

- метеорологічні: морози, спека, зливи, град, бурани, бурі, смерчі, урагани;
- топологічні: повені, цунамі, зсуви снігу чи ґрунту, грязьові потоки;
- тектонічні: землетруси, вулканічні виверження різних типів;
- специфічні: епідемії всіх видів (у людей, тварин чи рослин), екологічні катастрофи (небажані зміни екосистем, пошкодження шару озону, глобального клімату тощо), падіння астероїдів чи ядер комет та інші екстраординарні події. [3]

Найбільші збитки з усіх стихійних лих спричиняють повені (40 %), на другому місці – тропічні циклони (20 %), на третьому і четвертому (по 15%) – землетруси та посухи.

У даній роботі будуть досліджуватися лише декілька природніх катастроф, проте ті, що найбільш часто зустрічаються на території України, а саме: землетруси, повені, зсуви та лісові пожежі.

## 1.2 Види стихійних лих

### 1.2.1 Землетрус

Землетруси - це підземні удари і коливання поверхні Землі, що викликані тектонічними процесами і ті, що передаються на величезні відстані у вигляді пружних коливань. Землетруси можуть бути викликаними також вулканічною діяльністю і падінням невеликих небесних тіл. Можуть бути і інші види землетрусів, що виникають в результаті обвалів, проривів гребель та інших причин.

Землетруси - явища, що проходять у певних ділянках земної кори. Це одна з катастроф, що має найбільш руйнівну дію. Незважаючи на те, що за тривалістю підземних поштовхів він займає лише трохи часу, його наслідки сягають грандіозних масштабів. [4] По всьому світу відбувається більш ніж 100 тисяч землетрусів; багато з них призводять до загибелі людей та різноманітним руйнуванням. Інтенсивність землетрусу — це міра величини стану ґрунту. Визначається тим наскільки сильні руйнування і наскільки змінилася земна поверхня.

Землетруси бувають тектонічні, обвальні, вулканічні і інші: моретруси, землетруси внаслідок падіння метеоритів або зіткнення нашої планети з іншими космічними тілами. Найбільш часто трапляються тектонічні землетруси.

Широко розповсюджена так звана шкала Ріхтера (таблиця 1.1)[5] для оцінки землетрусу, де його сила визначається за його енергією в ергах, яка обчислюється за амплітудою сейсмічних хвиль і називається магнітудою.

Магнітуда залежить від амплітуди коливань ґрунту та відстані до епіцентру землетрусу. Точку, в якій починається переміщення в земних надрах, прийнято називати фокусом або гіпоцентром землетрусу. Її проекція на земну поверхню називається епіцентром, а найкоротша відстань між гіпоцентром і даною поверхнею приймається за глибину положення джерела землетрусу.

Таблиця 1.1 – «Шкала Ріхтера»

Бали	Загальна характеристика	Зовнішні ефекти
1	непомітний	коливання ґрунту реєструються тільки приладами, людьми не відчуються
2	Дуже слабкий	Слабкі поштовхи, ледь відчуються людьми на верхніх поверхах
3	Слабкий	Коливання добре відчуються багатьма людьми, висячі предмети злегка розгойдуються
4	Помірний	Поштовхи відчуються людьми, розгойдуються висячі предмети, дзеленчать шибки
5	Досить сильний	Вночі люди прокидаються, гойдаються висячі предмети, непокояться тварини. Незначні пошкодження окремих будівель
6	Сильний	Легкі пошкодження будинків, утворюються тріщини у штукатурці, зсовуються з місця легкі меблі, падає посуд

## Продовження таблиці 1.1

Ба ли	Загальна характеристика	Зовнішні ефекти
7	Дуже сильний	У будинках з'являються пошкодження, тріщини у стінах, окремі будівлі руйнуються. Зсуви на берегах річок. Невеликі гірські обвали
8	Руйнівний	Руйнація і пошкодження будівель, людям важко встояти на ногах. Тріщини в ґрунті. Гірські обвали
9	Спустошувальний	Руйнування будівель. Викривлення залізничних колій. Тріщини в ґрунтах
10	Знищувальний	Руйнування будівель та пам'ятників. Тріщини у ґрунті до 1 м шириною, великі зсуви та обвали
11	Катастрофа	Повсюдне руйнування будівель, насипів, доріг, гребель. Вертикальне переміщення шарів. Великі обвали, зміна рівня ґрунтових вод
12	Велика катастрофа	Повсюдне руйнування будівель і споруд. Масова загибель людей і тварин. Значні зміни рельєфу місцевості

Інтенсивність впливу на земну поверхню, позначається латинською буквою «I», визначається з використанням так званих макросейсмічних шкал. До появи інструментів для запису сейсмічних коливань вони застосовувалися для оцінки сили прояву землетрусу, але не давали уявлення про його енергії. Використовуються вони і зараз, оскільки виявилися необхідні для визначення необхідної сейсмостійкості інженерних споруд.

Правда, в розрахунках вже використовуються очікувані чи ті, що проявилися на земній поверхні прискорення.

Землетруси прогнозують за допомогою спостереження, реєстрації та аналізу попередніх поштовхів (форшоків), деформації земної поверхні, зміні параметрів геофізичних полів, складу і режиму підземних вод, зміні в поведінці тварин.

В даний час методи достовірного прогнозу землетрусів відсутні, а ймовірність того, що прогноз виправдається, мала.

Щорічно на нашій планеті відбувається близько мільйона землетрусів. Сила більшості з них не перевищує 2,5 бали за шкалою Ріхтера. Дуже мала кількість цих катастроф досягає сили 8–9 балів. Землетруси ж максимальної сили спостерігались лише двічі за сторіччя.

Землетруси як правило проходять у вигляді серії поштовхів, головний з яких має найбільшу інтенсивність. Тривалість поштовхів переважно досягає декількох секунд. Найбільший струс поверхні землі від головного поштовху триває звичайно від 30 до 60 секунд або трохи більше. Найбільш небезпечні для людини підземні удари мають тектонічну природу.

Завдяки тектонічному процесу в надрах Землі безперервно накопичується механічна напруга. У момент перевищення нею міцності гірських порід відбуваються швидкі тектонічні зрушення речовини, що викликають на поверхні землі землетруси. Вони найбільш контрастні по межах тектонічних плит. Процес накопичення, що тут відбувається, і скидання напруги обумовлюють їх сейсмічну активність. Звідси стала відома закономірність, відзначена ще Маллетом. Землетруси групуються в певних зонах, так званих сейсмічних поясах, що відповідають кордонам великих тектонічних плит. [6]

Зсув масивів речовини в земних надрах при сильних землетрусах становить всього кілька сантиметрів. Однак при різкому переміщенні мільярдів тон породи навіть на таку невелику відстань виділяється величезна кількість енергії. Частина її йде на генерацію пружних хвиль, що

викликають на поверхні сейсмічні удари, інша на різні фізико-хімічні процеси. Поблизу від місця зрушення – джерела землетрусу сейсмічна дія найбільш велика і земна поверхня деформується. Якщо на ній розташовані неміцні споруди вони можуть бути пошкоджені або зруйновані.

Область появи найбільш сильних коливань іменується епіцентральною зоною. Її розміри визначаються глибиною положення джерела і енергією землетрусу. Землетруси відрізняються між собою за обсягом залучених в рух масивів породи, глибиною джерела і місцезнаходженням на карті. Щоб відрізнити землетруси один від одного використовуються різні непрямі методи вимірювання їх енергії.

Існує закономірність - чим більше відстань до джерела, тим слабші сейсмічні коливання. Приблизно так, як ми відчуваємо світло від електричної лампи - освітленість завжди більше прямо під нею і, чим далі ми від неї, тим освітленість слабкіше при одній і тій же потужності джерела світла.

Залежно від енергії землетрусів вони умовно поділяються на сильні, слабкі і мікроземлетруси. Терміни «руйнівний» або «катастрофічний» використовується по відношенню до землетрусу будь-якої енергії і природи, якщо він супроводжувався руйнуваннями і загибеллю людей.

Травмування та загибель людей відбуваються внаслідок ураження уламками зруйнованих будівель, споруд і падаючими предметами, а також в результаті знаходження в завалах і неможливості отримати своєчасну допомогу.

При землетрусі в 8 балів капітальні стіни будівель дають тріщини, відбуваються обвали штукатурки; в великоблочних будівлях з'являються широкі тріщини по периметру блоків, тріщини в блоках; в панельних будинках - тріщини в стиках панелей, тонкі тріщини в місцях примикання навісних панелей до каркасу, а також між цими панелями. При 9 балах в будівлях руйнується частина несучих стін, в окремих випадках відбуваються обвали, а в великоблочних - значне руйнування перегородок.

Руйнування або пошкодження різних об'єктів, інфраструктури, доступності доріг призводять до кризи в забезпеченні населення і збережених об'єктів народного господарства всім мінімально необхідним для життя і діяльності. Внаслідок руйнування або пошкодження будівель, споруд, комунікацій, технічних засобів і комплексів, сільськогосподарських і природних угідь дії вторинних факторів ураження відбувається втрата державних, громадських і особистих цінностей. Розміром втрат визначають нанесену землетрусом шкоду.

### 1.2.2 Повінь

Повінь - це затоплення великої частини суші внаслідок підняття води вище звичайного рівня. Повінь може виникати внаслідок сильного танення снігу і льодовиків, тривалого випадіння інтенсивних дощів в басейнах річок, затору або закупорювання русла внутрішньоводним льодом (зajorами), нагона води в морських гирлах річок або від цунамі на морських узбережжях і островах, а також при прориві дамб гідротехнічних споруд в разі аварії. На більшості українських річок час від часу відбуваються повені. Вони займають перше місце в ряду стихійних лих по повторюваності, площі поширення і сумарній середній річній кількості матеріальних збитків.

Існують декілька різних видів повеней в залежності від причин їх виникнення. Наприклад, весняне сніготанення є причиною повені рівнинних річок, де клімат помірний. Цей вид повені відрізняється значним і досить тривалим підйомом рівня води в річці. Такий вид повені може повторюватися кожен рік в один і той самий з різною інтенсивністю і тривалістю, яка залежить від метеорологічних умов. Для повені, викликаній дощами і зливами або швидким таненням снігу при зимових відлигах

характерний інтенсивний, але порівняно короткочасний підйом рівня води. Вони можуть траплятися в будь-яку пору року.

Усі види повеней в залежності від їх масштабу і розміру матеріальних збитків поділяються на низькі, високі, видатні і катастрофічні(таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – «Види повеней»

Вид повені	Масштаби повені	Повторюємість (роки)
Низькі	Завдають відносно незначної шкоди. Охоплюють невеликі прибережні території. Затоплюється менш ніж 10 відсотків господарчих угідь, що розташовані в низьких місцях. Життя населення майже не порушується.	3
Високі	Завдають помітної матеріальної та моральної шкоди, охоплюють порівняно великі земельні ділянки річкових долин, затоплюють приблизно 10-15 відсотків господарчих угідь. Помітно порушують господарчий та побутовий уклад населення. Проводиться часткова евакуація людей.	20-25
Видатні	Завдають великої матеріальної шкоди, охоплюючи цілі річкові басейни. Паралізують господарчу діяльність та сильно порушують побутовий уклад населення. Призводять до необхідності масової евакуації населення та матеріальних цінностей з зони затоплення, а також захисту найбільш важливих господарчих об'єктів	50-100
Катастрофічні	Завдають величезної матеріальної шкоди та призводять до загибелі людей. Затоплюється більш ніж 70 відсотків господарчих угідь, населені пункти, промислові підприємства та інженерні комунікації.	100-200



Низькі повені відбуваються переважно на рівнинних річках. Вони можуть повторюватися в більшості випадків один раз на 5 – 10 років. Такий тип повені здатен завдавати частіше за все невеликий матеріальний збиток і майже не порушує звичайне життя населення.

При високій повені також відбувається значне затоплення, вона охоплює великі ділянки річкових долин і порушує життєдіяльність населення. Якщо район густонаселений, то повені часто призводять до необхідності часткової евакуації людей і завдають помітних матеріальних збитків. Повторюватися так повині здатна приблизно один раз в 20-25 років.

Видатні повені викликають затоплення великих територій, паралізують господарську діяльність населення, завдають великої матеріальної шкоди. При цьому виникає необхідність масової евакуації населення із зони затоплення. Такі повені відзначаються приблизно один раз на 50-100 років.

Катастрофічні повені бувають причиною затоплення великих територій в межах однієї або декількох річкових систем. У зоні затоплення повністю зупиняється життя людини. Такі повені призводять до гігантських матеріальних збитків і загибелі людей. Такі повені відбуваються переважно тільки один раз в 100-200 років. Те, наскільки сильними будуть наслідки повені залежать від висоти і тривалості стояння небезпечних рівнів води, швидкості водяного потоку, площі затоплення, пори року і щільності проживання населення на затоплюваної місцевості.

З 1996 по 2016 рік на планеті сталося 7056 природних катаклізмів. За цей період число пов'язаних з погодою лих збільшилася більш ніж удвічі.

Причиною утворення річкових повеней є надлишок вологи, з яким не справляється водостік. Зниження його пропускної здатності відбувається через накопичені за багато років на перекатах, в дельтах і гирлах річок наносів. Вони зменшують глибину і ухил русла, змінюють берегові лінії та ін..

У Європі та Китаї русла більшості великих річок обваловані і підняті над прилеглими територіями. Це робить їх уразливими при екстремальному перевищенні рівня води через сильні дощі або швидке танення снігу. Причиною утворення повеней стає вирубка лісів в басейнах водозбору річок і розорювання прилеглих до них територій. Тим самим провокуються ерозія ґрунтового покриву і збільшення обсягу змиваємого водою ґрунту.

Оскільки рівень води в річці залежить від швидкості зникнення снігового покриву, то при швидкому потеплінні чи через утворення на річці затору під час повені переходить в паводок. Паводок це короточасний раптовий підйом рівня води в річці. Він може настати через рясні дощі, танення великої кількості снігу, скидання води з водосховища або сходу льодовиків. Від повені паводок відрізняється нерегулярністю.

При весняній повені значення максимального рівня і максимального витрати води залежать від наступних факторів[7]:

- кількості атмосферних опадів в період сніготанення та повені;
- осінньо-зимового зволоження ґрунту до початку сніготанення;
- глибини промерзання ґрунту до початку сніготанення;
- наявності і товщини крижаного покриву на ґрунті;
- інтенсивності сніготанення;
- поєднання повені на великих притоках басейну;
- озерності, заболоченості і лісистості басейну.

В ході повені гинуть люди, сільськогосподарські та дикі тварини, руйнуються або пошкоджуються будівлі, споруди, переривається господарська діяльність, гине врожай, змиваються або затоплюються родючі ґрунти, змінюється ландшафт. До вторинних наслідків повеней відносяться втрата міцності різних міських споруд в результаті розмиву і підмиву, перенесення водою, що вилилася з пошкоджених комунікацій і споруд шкідливих речовин і забруднення ними великих територій,

ускладнення санітарно-епідемічної обстановки, заболочування місцевості.  
[3]

Наслідки повені виражають через показники матеріального і фінансового збитку. За масштабом матеріальних збитків повені поступаються лише землетрусам. Втрати серед населення оцінюються числом загиблих, постраждалих і зниклих без вести. Матеріальний збиток повені оцінюється кількістю зруйнованих об'єктів, пошкоджених, а також в грошовому еквіваленті.

Повінь може завдавати як прямий, так і непрямий збиток. До прямого збитку відносяться[8]:

- пошкодження і руйнування житлових, виробничих будівель, залізниць і автомобільних доріг, ліній електропередачі та зв'язку, меліоративних систем та інших;
- загибель худоби і врожаю сільськогосподарських культур;
- знищення і псування сировини, палива, продуктів харчування, кормів, добрив і інших;
- витрати на тимчасову евакуацію населення і перевезення матеріальних цінностей в незатоплювані місця;
- змив родючого шару ґрунту і занесення ґрунту піском, глиною або камінням.

До непрямого збитку відносяться;

- витрати на придбання та доставку до постраждалих від повені райони продуктів харчування, одягу, медикаментів, будівельних матеріалів і техніки, кормів для худоби та інші ;
- скорочення вироблення промислової і сільськогосподарської продукції і уповільнення темпів розвитку народного господарства;
- погіршення умов життя місцевого населення;
- неможливість раціонального використання території;

- на утримання будівель і виробничих приміщень, пошкоджених в тій чи іншій мірі;
- підвищений знос капітальних будівель і споруд, періодично потрапляють в зону затоплення.

При загрозі повені можна застосувати пом'якшувальні заходи, завдяки яким стає можливим зменшити збитки і створити умови для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в зонах затоплення. Обов'язково проводиться своєчасне інформування людей про стихійне лихо і правила поведінки, покращують спостереження за підняттям води, перевіряють стан дамб, гребель, мостів, готують завчасно засоби на випадок проведення рятувальних робіт.

### 1.2.3 Зсув

Зсув - це зміщення мас гірських порід вниз по схилу під наслідком сили тяжіння. Зсуви утворюються в різних породах в результаті порушення їх рівноваги, послаблення міцності. Вони викликаються як природними, так і штучними (антропогенними) причинами. До природніх причин відносяться збільшення крутизни схилів, підмив їх підстав морськими і річковими водами, сейсмічні поштовхи та інше. Штучними причинами є руйнування схилів дорожніми виїмками, надмірним виносом ґрунту, вирубка лісу, неправильної агротехнікою сільськогосподарських угідь на схилах і тому подібне.[9]

За статистикою, до 80% сучасних зсувів пов'язано з антропогенним фактором. Проте також вони можуть виникати і в результаті землетрусів. Зсуви відбуваються за умов крутизни схилу принаймні 10° або більше. За деяких умов, наприклад, на глинистих ґрунтах та при надмірному

зволоженні вони можуть виникати і при крутизні 5-7°. Зсуви класифікуються за масштабами явища, активності, потужності зсувного процесу. За масштабом зсуви можуть поділятися на великі, середні та великомасштабні. Великі зсуви викликаються, як правило, природними причинами.

Зсув являє собою відокремлення зі схилів маси пухких порід, які рухаються вниз по похилій площині, не втрачаючи зв'язності і монолітності. Вони можуть бути як сухими, так і зволженими. Кожен зсув має свою швидкість, а тому нерідко буває так, що процес руху людського ока зовсім непомітний, оскільки становить лише 0,06 метра на рік.

Проте, існують і зворотні випадки: зсуви мають здатність також пересуватись зі значною швидкістю, наприклад, 3 м/с. В такому разі, можуть мати місце дуже великі наслідки, якщо своєчасно не було прореагувано на цю катастрофу. Наприклад, один з наймасштабніших зсувів, що відбувся в результаті землетрусу в Таджикистані. Він мав великі розміри та пересувався за значною швидкістю. В результаті того як величезні маси породи накрили селище Шарора, були катастрофічні наслідки, а саме: зсув поховав під собою 50 будинків, в результаті чого загинуло більше двохсот чоловік.

Пересуватися зсуви можуть на різні відстані, до чотирьохсот гектарів, а за кількістю рухається маси зсуви бувають[10]:

- малі - обвал пухкої маси до 10 тис. м<sup>3</sup>;
- середні - обвал ґрунту 100 тис. м<sup>3</sup>;
- великі - обвал пухких мас 1000 м<sup>3</sup>;
- найбільші - обвал понад 1 тис. м<sup>3</sup>.

Найчастіше зсув утворюється на узбережжі річок, водойм і на схилах гір: 90% зрушень зафіксовано на висоті від одного до двох кілометрів. При цьому обвал формується на схилах, кут яких становить дев'ятнадцять градусів, а на глинистому ґрунті при сильному зволоженні порід, зсуви

сходять і при ухилі в п'ять градусів. Незважаючи на те, що причини виникнення такого зміщення землі різні, утворюються зсуви в основному через підмив порід водою в поєднанні з вивітрюванням і перезволоженням. Також зсув може зійти в результаті землетрусу, підмиву схилів морськими або річковими водами.

За активністю зсуви можуть бути активними і неактивними. Їх активність визначається ступенем захоплення корінних порід схилів і швидкістю руху, яка може становити від 0,06 м/рік до 3 м/с. Породи схилів здатні впливати на активність, що становлять основу зсуву, а також наявність вологи. Залежно від вмісту води зсуви діляться на сухі, слабо вологі, вологі і дуже вологі. Зсуви також можуть мати комбінований характер.

Періодичне нагрівання та охолодження призводить до розтріскуванню гірської породи і знижують здатність масиву порід зберігати рівновагу на крутих схилах. У всіх випадках перепади температури і зволоженості прискорюють процес втрати міцності порід і зчеплення між її дислокованими ділянками і блоками. Тому більшість обвалів і зсувів відбувається з настанням весни в силу простого механізму.

Таким чином, зсуви сходять в будь-який час року, але частіше за все в весняний період. У цей період випадає найбільша кількість опадів, і для нього характерні різкі температурні перепади. Наприклад, в Молдові за десятирічний період встановлено, що 85% зсувів припали на лютий-травень, 9% - на осінь і тільки 4% на літній період. У гірському Азербайджані і багатьох інших місцях більшість зсувів також виникає у весняний період.

Осінні дощі насичують вологою ґрунт, і заповнюють тріщини в гірській породі водою. З настанням морозів вона замерзає і, як відомо з фізики, розширюється, тим самим розширюючи тріщини в породі і знижуючи її міцність. Так повторюється з сезону до сезону багато років, поки ослаблені блоки породи не впадуть або почнуть ковзання вниз по схилу.

Таким чином, пливаючи на кам'яний масив вода і температура протягом тривалого часу фрагментують масиви гірських порід і призводять до їх гравітаційним переміщенням. Воно може бути різним за характером - від обвалів і зсувів до вивалам і каменепадів. Обвалом вважається падіння частини, що відділилася від фрагмента чого небудь, будь то скельна порода або крижаний масив, а зсув це зміщення, ковзання вниз по схилу виведеного з рівноваги масиву речовини.

В окремих випадках конгломерат з гірських порід, ґрунту, льоду і снігу переміщається в повітрі, а потім котиться по схилу з великою швидкістю у вигляді обвалів-зсувів. Це комбіноване зміщення гірських порід по схилу або зкосу, при якому спочатку відбувається сповзання по витриманій тріщині, тектонічній дислокації або напластуванню порід, що падають в бік схилу.

Повідомлення про землетруси майже завжди супроводжуються описами обвалів. У гірській місцевості вони стають однією з основних причин загибелі людей і пошкодження інженерних споруд. Навіть відносно слабкі сейсмічні поштовхи здатні привести до значних обвалень нестійких масивів гірських порід, льоду і снігу. Особливо в тих випадках, якщо вони вже ослаблені дією ерозії, підточені морським прибоєм і русловими потоками. Проте, як описувалося раніше, називати землетруси основною причиною гравітаційних переміщень земної речовини не зовсім вірно.

Розрізняють декілька типів обвалів. Це обвали гірських порід - земляних і кам'яних мас, снігу і льоду, обвалення осипі. Руйнування і обвал річкових і морських берегів та інші. Кожне з цих явищ саме по собі унікальне, оскільки визначається особливостями місцевості, де воно виникає. Її геологічною будовою, перепадом висот рельєфу, коливаннями температури і вологості, гідрорежиму підземних вод і багатьом іншим. Обсяг виведеної зі стану рівноваги речовини залежить від локальної конструкції рельєфу і величини перепаду висоти відриву до місця падіння.

Зсуви в горах і каньйонах гірських річок відрізняються від тих, що виникають в низинній місцевості - в річкових долинах або на морському узбережжі. У гірській місцевості завжди найбільший контраст висот, амплітуди перепадів температури і вологості. Відповідно тут більш значний і масштаб залучених в рух масивів гірських порід, льоду і снігу. Найграндіозніші обвали відбуваються в горах. Тут обсяги обвалень досягають мільйонів кубометрів речовини.

На низинних ділянках і плоскогір'ї перепади висот не такі значні, але менше міцність осадових порід, що їх складають, а період дії ерозійних процесів пов'язаних з струмом води не обмежений за часом.

Розміри зсувів визначаються декількома основними факторами, але головні зумовлені рельєфом і ґрунтовими умовами місцевості. Найбільші переміщення породи найчастіше відбуваються через поєднання декількох чинників. Великі зсуви найбільш вірогідні там, де ці пласти нахилені в одну сторону або породи переміщаються по деякій раніше існуючій поверхні як єдине ціле.

При поєднанні певних геологічних і кліматичних умов зсуви здатні викликати лісові пожежі. Американські геологи встановили, що під час сходження обвалу можливі хімічні реакції з виділенням великої кількості тепла.

#### 1.2.4 Лісова пожежа

Масові лісові пожежі різноманітних видів і розмірів можуть бути дуже небезпечними для природи, тварин, економіки і населення. Лісова пожежа - це пожежа, що поширюється по лісовій площі.

Кромка лісової пожежі - смуга горіння, що обрамляє зовнішній контур лісової пожежі і безпосередньо примикає до ділянок, що є ще не



пройденими вогнем. За швидкістю руху кромки лісової пожежі прийнято визначати швидкість руху її самої. За параметрами лісові пожежі діляться на слабкі, середні і сильні. В залежності від типу лісової пожежі значення параметрів, за якими визначають силу вогню, можуть бути різними. Залежно від того, в яких елементах ліса вогонь, лісові пожежі бувають низовими, верховими і підземними, або торф'яними.

Лісова пожежа, що охоплює більшу площу, найчастіше поєднує в собі елементи різних видів пожежі.

Класифікація лісових пожеж - характеристика лісових пожеж в залежності від згораючих матеріалів по об'єкту горіння і характером їх поширення. Розрізняють три основних види лісових пожеж: низові, верхові і ґрунтові.

Низова лісова пожежа поширюється по нижніх ярусах рослинності, лісовій підстилці, опаду. Основним палим матеріалом є трав'яний покрив, підріст і підлісок. Низова пожежа, що поширюється на площі 0,5 га і більше, являє собою коло або овал, утворений замкнутої зовнішнім кордоном кромки лісової пожежі (контур пожежі). Кромкою пожежі називають смугу горіння, що безперервно просувається по пальному матеріалу, на якій основний горючий матеріал згорає з максимальною інтенсивністю, в результаті чого утворюється вал вогню.

Висота полум'я низових пожеж становить 0,1-2 м, при яких основним горючим матеріалом є деревина, розташована на поверхні ґрунту. За характером горіння розрізняють швидкі й стійкі низові пожежі. До збіглих відносяться пожежі з кромкою, що достатньо швидко пересувається (швидкість більше 3 м/хв), коли згорають лише ґрунтовий покрив, опад, підріст і хвойний підлісок. До стійких відносяться пожежі з середньою швидкістю просування кромки менше 1 м/хв. (табл.1.3) При стійких пожежах тривалий час горять лісова підстилка, хмиз і гнилі пні з виділенням сильного диму. Швидкі низові пожежі характерні для весни, стійкі низові пожежі виникають, як правило, влітку. [11]

При швидких пожежах основним є полум'яне горіння, а при стійких - безполуменеве. За швидкістю поширення і висоті полум'я низові пожежі поділяють на три категорії: сильні (висота полум'я на фронтальній крайці св. 1,5 м), середньої сили (висота полум'я за фронтальної крайки від 0,6 до 1,5 м), слабкі (висота полум'я на фронтальній крайці до 0,5 м). Стабілізація швидкості поширення кромки лісової пожежі настає при різній величині вигорілій площі, що залежить від особливостей горючих матеріалів і їх стану.

Частина кромки пожежі, що поширюється за вітром, називають фронтом, протилежну - тилом, бічні сторони - лівим і правим флангами відповідно. Найбільш важливим показником інтенсивності горіння під час пожежі є швидкість просування кромки пожежі, з якої безпосередньо пов'язане збільшення її довжини, площі, охопленої вогнем, і обсягу робіт з гасіння. Швидкість поширення фронту низової пожежі залежить від швидкості вітру, вологості горючих матеріалів, їх кількості і структури.

Верхова лісова пожежа охоплює полог лісу. Ця пожежа виникає з низової як подальша стадія його розвитку, причому низовий вогонь є складовою частиною верхової пожежі. Виникненню верхових пожеж сприяє сильний вітер і велика крутизна схилів, якщо низова пожежа поширюється в гору. Верхові пожежі частіше відбуваються влітку, коли посуха поєднується з вітрами.

При верховій пожежі дерево гине повністю. За характером горіння розрізняють швидкі й стійкі верхові пожежі. При стійкій пожежі крони дерев згорають у міру просування кромки низової пожежі. Самостійного просування горіння по пологі не відбувається.

Найважливішим фактором розвитку ґрунтових пожеж, які найчастіше представляють собою подальшу стадію розвитку низових, є вологість горючих матеріалів. Низові пожежі за короткий термін охоплюють велику площу, а потім продовжуються як ґрунтові, заглиблюючись окремими

воронками в торф. Грунтова пожежа, що виникла в одному місці, охоплює зазвичай невелику площу.

Лісові пожежі діляться за площею охоплення вогню:

- загорання - площа 0,1-0,2 га,
- середній пожежа - площа 0,2-200 га,
- велика пожежа - площа 201-2000 га,
- катастрофічна пожежа - площа понад 2000 га.

Лісова пожежа, що має швидкість лише 3-4 м/с може вирости в велику за 10-14 годин.

Торф'яні пожежі - це пожежі з безполуменим горінням торфу з накопленням великої кількості тепла. За швидкістю поширення вогню такі пожежі, їх ще називають підземними, поділяються на слабкі (швидкість до 0,25 м/хв), середні (швидкість до 0,5 м/хв) і сильні (швидкість більше 0,5 м/хв)(таблиця 1.3)[11].

Таблиця 1.3 – «Види пожежі»

Параметри пожежі	Слабка	Середня	Сильна
Низова пожежа			
Швидкість поширення вогню, м/хв	До 1	1 – 3	Більше 3
Верхова пожежа			
Швидкість поширення вогню, м/хв	До 3	3 - 100	Більше 100
Підземна пожежа			
Швидкість поширення вогню, м/хв	До 25	25 - 50	Більше 50

Найбільш загрозливими факторами верхових, низових лісових і торф'яних пожеж є вражаюче висока температура, а також можливі вторинні фактори ураження, що виникають вже як наслідок пожежі. Великі пожежі, що досягають великих масштабів, особливо за умов сухої погоди та сильного вітру як правило завдають величезної шкоди природі, людям, економіці та соціальній сфері. Вони руйнують лісові ресурси, знищують фауну, пошкоджують органічний шар ґрунту та викликають його ерозію, забруднюючи атмосферу продуктами згоряння. Насадження, що були пошкоджені пожежами можуть стати джерелом хвороб рослин. Лісові пожежі знищують захисні, водоохоронні та інші корисні властивості лісу, порушується звичайне ведення лісового господарства. Лісові пожежі також можуть завдавати шкоди об'єктам, що були створені людиною і призводити до масових пожеж і загибелі населених пунктів, селищ, жилих будинків, складів і сховищ, мостів.

Лісові пожежі є дуже небезпечними для людей, вони викликають опіки, травми, люди часто гинуть від вогню чи недостатчі кисню. Якщо лісова пожежа перекинеться на певне підприємство з небезпечними виробництвами зростає можливість витоку радіоактивних, сильнодіючих отруйних та інших небезпечних речовин, які можуть стати вторинними факторами ураження. Існує також ймовірність прориву згорілих гребель, а як наслідок цього - гідродинамічні аварії.

### Висновки за розділом

Кожен рік увесь світ, в тому числі й Україна, страждає від стихійних лих та їх руйнівних наслідків. Такі катастрофи як землетруси, лісові пожежі, повені, зсуви завдають жахливих наслідків природі, флорі та фауні,

будівлям, інфраструктурі, під час них часто гине велика кількість людей, паралізується робота сільськогосподарських угідь.

Ризик виникнення катастроф на території України наразі є достатньо високим. У зв'язку з техногенними факторами і урбанізацією масштабність наслідків і руйнівний потенціал стихійних лих постійно зростає, тому задача запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, ліквідації або мінімізації їх наслідків є пріоритетною.

## 2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПО МОРФОЛОГІЧНОМУ АНАЛІЗУ

### 2.1 Загальні особливості методу морфологічного аналізу

Морфологічний аналіз (МА) є одним з методів винахідництва. Розробив його швейцарський астроном Ф. Цвіккі, який, використовуючи свій морфологічний метод, протягом декількох років одержав 16 патентів (з них тільки три – із співавторами) на нові конструкції ракетних двигунів на хімічному паливі і висувався в ряд провідних фахівців ракетобудування.

Одна з основних переваг ММА (Метод Морфологічного Аналізу) – те, що він дає змогу розглядати не тільки існуючі об'єкти, а й за рахунок комбінування їх ознак створювати нові, гіпотетично можливі об'єкти, тому у науковій літературі ММА часто позиціонують як метод технічної творчості [13].

Метод морфологічного аналізу досліджували в працях [12, 14, 15] як метод технічної творчості. Його розглядали або як засіб пошуку принципово нових конкретних соціально-економічних, організаційних чи інших складних систем, або як засіб удосконалення. В.М. Одрін істотно розкрив і формалізував процедуру методу, запропоновану Ф. Цвіккі, стосовно пошуку раціональних технічних систем. Також суттєвим є внесок В.М. Одріна в найпроблемніший крок методу — морфологічний синтез, тобто вибір з множини конфігурацій тих, що найбільш відповідають цілям задачі.

При такому застосуванні ММА побудова морфологічної таблиці ґрунтується на функціонально-елементному аналізі систем. Як наслідок формується морфологічна скриня, що включає в себе функції або узагальнені функціональні підсистеми й альтернативи, які реалізують відповідні функції. Для розв'язування задач синтезу раціональних варіантів альтернативи оцінюються за критеріями якості. Такими критеріями можуть бути, наприклад, надійність підсистем, їхня технологічність, вартість тощо. Для вибору найраціональнішого варіанта об'єкта, що створюється існують різні групи методів [16]:

- методи пошуку, звуження морфологічної множини з відкиданням нераціональних варіантів;
- поступове поліпшення варіанта;
- методи конструювання (деревоподібний або лабіринтний синтез).

На такій варіації ММА базується дуже багато досліджень щодо створювання раціональних технічних систем різного роду. Наприклад, - аналіз множини лінійних транзисторних підсилювачів мікрохвильового випромінювання [17], проектування мережі мобільного зв'язку, а також будівель, захищених від землетрусів, та інші.

Наведені вище праці доводять, що морфологічний аналіз - потужний науковий метод. Однак ці розробки лише малою мірою застосовні до проблем, що постають у процесі технологічного передбачення через їх суттєву відмінність від задач пошуку раціональних технічних систем. Для задач сценарного аналізу необхідна інша формалізація методу, з іншою термінологією і цілями.

Паралельно розвивався ще один напрям використання ММА — переважно в працях зарубіжних дослідників - застосування методу в галузі сценарного аналізу. Одне із таких застосувань - впорядковане планування, коли морфологічний аналіз пропонується застосовувати для пошуку оптимального плану. Певною мірою це перехід від застосування ММА для синтезу систем до проблем передбачення.

Значної уваги варті праці Шведського морфологічного товариства, яке досить чітко систематизувало засади ММА. У них морфологічний аналіз використовували як для класичних задач побудови систем ММА, зокрема системи протиповітряної оборони, так і для задач сценарного аналізу та вивчення майбутнього — оцінювання готовності до катастроф, пов'язаних з небезпечними матеріалами; аналізу світової геополітичної ситуації через деякий час; дослідження терористичних загроз на атомній електростанції; аналізу стратегій створення системи відповідальності виробника тощо.

У цих працях фактично використовували емпіричну процедуру методу, запропоновану Ф. Цвіккі, однак дуже важливим доповненням є використання в ході методу матриці взаємної сумісності (cross-consistency matrix). Застосовуючи цю матрицю, автори змогли знизити кількість конфігурацій у відповідних дослідженнях, що в свою чергу спростило процедуру морфологічного синтезу. Інше суттєве нововведення — використання двоетапної процедури морфологічного аналізу. Вона полягає в застосуванні морфологічного аналізу двічі: спочатку аналізуються неконтрольовані чинники — чинники «зовнішнього світу», а потім проводиться синтез стратегій, які потрібно найефективніше враховувати в умовах сукупності можливих визначених сценаріїв.

У працях Шведського морфологічного товариства наголошується на тому, що метод морфологічного аналізу — повністю нечислова процедура, оскільки проблеми, для яких варто застосовувати метод, принципово не можна подати кількісними моделями. Унаслідок відмови від використання числового оцінювання виникають суттєві обмеження, оскільки зі збільшенням кількості параметрів у методі кількість конфігурацій морфологічної таблиці зростатиме експоненційно, і за певної їх кількості навіть із застосуванням матриці взаємної сумісності практично неможливо розглянути всі конфігурації. Більше того, немає засобів вибору конфігурацій для розгляду, окрім інтуїції фахівців, що супроводжують застосування методу. За відсутності розрахункових процедур результати роботи методу є доволі невиразними і незручними для подальшого застосування.

Водночас після формалізації, структурування і розкладення проблеми на окремі характеристичні параметри її (з певною мірою адекватності) можна описати на підставі оцінок експертів, які є зручним компромісом між неможливістю точно чисельно описати досліджувані явища і необхідністю створення їх моделі, придатної для дослідження.



Вартими уваги є також праці зі створення методу релаксації несумісності полів (Field Anomaly Relaxation). Метод було розроблено незалежно від морфологічного аналізу Цвіккі, але фактично він є тим самим методом із використанням бінарної матриці взаємної сумісності. Однак насамперед його розробляли для потреб технологічного передбачення, і його мета — дослідження множини можливих конфігурацій сценаріїв за винятком несумісних.

У галузі планування і прийняття рішень виділяють такі практичні напрями застосування ММА :

а) дослідження і відслідковування інформації. Морфологічний аналіз можна використовувати для вивчення зовнішнього контексту функціонування організації в майбутньому, а також постійного відслідковування змін конфігурації зовнішніх чинників які можуть зумовлювати необхідні зміни лінії поведінки. Такий нагляд може здійснюватися як періодичні наради осіб що приймають рішення, і ММА може значно полегшити сприйняття наявної інформації;

б) формування внутрішньої стратегії. ММА можна застосувати для побудови морфологічної таблиці простору внутрішньої стратегії стосовно простору зовнішніх чинників. Таким чином певною мірою можна запобігти несподіваним змінам зовнішнього світу, які перешкоджатимуть виконанню обраних стратегій;

в) побудова стратегій реакції. За наявності морфологічного простору зовнішнього середовища можливе створення стратегій-відповідей на загрози або події, що можуть потенційно виникнути в майбутньому. Таким чином зменшиться ступінь невідповідності стратегії зовнішнім чинникам;

г) використання ієрархічних таблиць. ММА можна застосовувати на різних контекстуальних рівнях, що дає змогу побудувати систему вкладених морфологічних таблиць послідовних ієрархічних рівнів, у якій зміна одного з чинників зумовить перегляд результатів інших рівнів і галузей. У перспективі можлива побудова узагальненого каркаса

ієрархічного морфологічного дослідження, наприклад особа—організація - галузь промисловості—держава—регіон—планета, в рамках якого розв'язують конкретні морфологічні задачі;

д) цільовий збір даних. ММА задає чітку структуру необхідних для збору даних, тому процедури отримання інформації від експертів є продуктивніші. Таким чином, можна запобігти розрізненості і неузгодженості даних, часто притаманних діяльності з дослідження сучасних проблем.

Планування можна розглядати в двох аспектах: реактивному (якщо вважається, що економічні, політичні, соціальні, технологічні та інші чинники визначають майбутній плин подій, а мета планування — побудова стратегії реакції на можливу комбінацію чинників) і формативному (якщо вважається, що ми можемо вплинути на майбутнє і шукаємо як найкраще це зробити). Універсальність ММА полягає у тому, що за його допомогою можна залучати обидва способи планування, надаючи різний зміст елементам морфологічної таблиці. При плануванні і формуванні стратегій важливо уявляти динаміку зміни суттєвих чинників зовнішнього середовища і відповідно коригувати власну лінію поведінки, що потребує введення в модель параметра часу.

У плануванні і розробці стратегій, що проводяться сучасними компаніями, дедалі більшого поширення набуває підхід технологічних «дорожніх карт» (roadmaps). Ця методика використовується переважно для планування розробки нових продуктів і технологій, особливо якщо цей процес не є прямолінійним. Однак певні особливості побудови «дорожніх карт» можна адаптувати для проведення морфологічного аналізу з урахуванням параметра часу. Зокрема, суттєвий крок їх побудови — визначення критичних технологій, вимог і цілей для створення продукту, що дає змогу провести аналогію з пошуком вирішення проблеми за допомогою ММА.

Метод морфологічної скрині поєднує два різних етапи морфологічного дослідження. Перший етап (морфологічний аналіз) полягає в морфологічній класифікації множини систем і характеризується багатоаспектністю (багатократною класифікацією однієї морфологічної множини по набору поділів об'ємів поняття) і продуктивністю (класифікація охоплює не тільки відомі, але й гіпотетичні системи, що належать даній множині). На другому етапі (морфологічний синтез) проводяться оцінювання описів різних систем класу, що досліджується, і вибір тих, які у тому чи іншому наближенні відповідають умовам задачі.

Важливою ознакою морфологічного аналізу також є те, що він дозволяє розглядати не тільки існуючі об'єкти, але й за рахунок поєднання їх ознак створювати нові, гіпотетично можливі об'єкти.[18]

У загальному вигляді процедура морфологічного аналізу має наступні кроки: [19]

а) уточнене формулювання проблеми, що виникла. Визначення параметрів (класифікаційних ознак) альтернатив, від яких залежить розв'язання проблеми;

б) поділ параметрів на їх значення;

в) побудова морфологічної скрині, яка фактично являє собою  $N$ -вимірну матрицю ( $N$  – кількість параметрів). Кожний елемент цієї матриці є можливим варіантом розв'язання проблеми;

г) оцінювання наявних варіантів. На цьому кроці також може будуватися матриця взаємної узгодженості значень параметрів (можливо, деякі пари значень параметрів несумісні);

д) вибір з морфологічної скрині найкращого варіанту (альтернатив).

Приклад морфологічної скрині для задачі з трьома параметрами наведено нижче (рисунок 2.1).

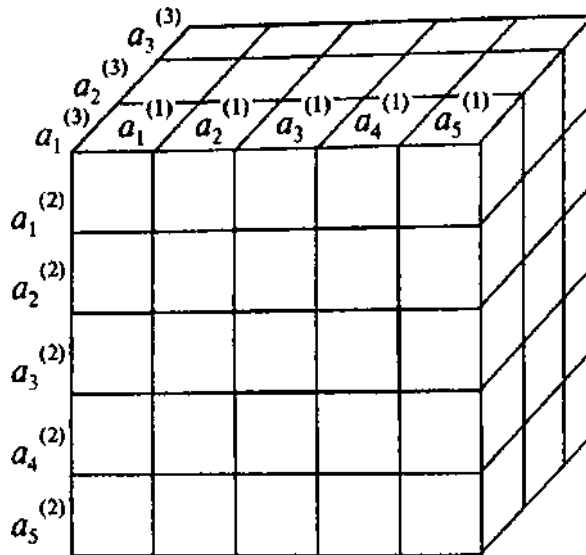


Рисунок 2.1 – Приклад морфологічної скрині

Кількість комбінацій альтернатив параметрів, що містяться в морфологічній таблиці і є потенційними розв'язками задачі, може бути досить великою для розгляду вручну навіть для невеликих таблиць, тому необхідно зменшити їх кількість і шукати найраціональніші з них. У разі застосування методу морфологічного аналізу в різних галузях для цього використовували різні підходи.

Найпопулярніший напрям застосування ММА - пошук принципово нових або удосконалення конкретних технічних, соціально-економічних, організаційних чи будь яких інших складних систем. У такому разі для побудови морфологічної таблиці застосовується структурний аналіз системи, і далі формується морфологічна скриня.

Застосування ММА не обмежується конструюванням систем різної природи. Метод також можна успішно застосовувати до задач передбачення. У них вивчаються складні об'єкти (процеси, явища), у яких за їх природою може бути безліч варіацій.

Для методу морфологічного аналізу потребуються наступні входні дані:

- множина альтернативних описів об'єкта (проблеми), що розрізняються за своєю структурою;

- множина альтернатив рішень, які доцільно враховувати в умовах розглядуваної проблеми;

Метод морфологічного аналізу дає змогу на підставі цієї інформації:

- будувати і аналізувати морфологічні моделі об'єкта з урахуванням зв'язків між його структурними елементами, ризиків, що виникають при різних реалізаціях об'єкта і змін, які відбуваються в об'єкті з часом;
- оцінювати результативність альтернатив рішень в умовах невизначеностей різної природи.

Для оцінювання рішень, які доцільно приймати для об'єкта, заданого морфологічною таблицею, розроблено двоетапну процедуру ММА, в якій оцінюються елементи рішень на підставі результатів роботи першого етапу ММА і зв'язків морфологічних таблиць першого і другого етапів. Розроблений системний підхід передбачає оцінювання як результативності окремих альтернатив параметрів морфологічної таблиці другого етапу, так і її конфігурацій в цілому.

Головний об'єкт методу морфологічного аналізу — морфологічна таблиця (МТ). Її елементи набувають певного сенсу залежно від галузі застосування методу. У разі його застосування для пошуку найраціональнішого варіанта побудови певної технічної, фізичної або організаційної системи типовими характеристичними параметрами таблиці є функції або узагальнені функціональні підсистеми розглядуваного класу об'єктів, а конфігурацією скрині — варіант побудови такого об'єкта. Характеристичними параметрами є чинники, стан яких характеризує стан проблеми в цілому. Альтернативами характеристичних параметрів є альтернативні стани, яких можуть набувати відповідні чинники. Конфігураціями морфологічної таблиці є сценарії реалізації об'єкта морфологічного дослідження.

Важлива вимога до множини альтернатив кожного з параметрів — це повнота, тобто альтернативи повинні охоплювати всі можливі стани

відповідного параметра. За наявності неврахованих альтернатив результати досліджень можуть спотворюватися, що спричинюється прихованими зв'язками між такими альтернативами і рештою параметрів МТ. Якщо набір альтернатив не може охопити всі стани або передбачається, що їх множина з часом може змінитись, варто додати допоміжну альтернативу для залишку потенційних станів параметра, наприклад, — «Інші».

Суть морфологічного підходу полягає в тому, що спочатку визначається простір пошуку, який обов'язково включає шукане рішення (наприклад, схему пристрою, модель системи тощо), а потім цей простір звужується для пошуку цього рішення. Простір пошуку називають морфологічною множиною, процес визначення цього простору — морфологічним аналізом, а процес синтезу рішення - морфологічним синтезом.

Задавши всі значення класифікаційних ознак, можна однозначно ідентифікувати структуру пристрою або модель системи, що описується.

У складних випадках розробляється функціональна класифікація, і альтернативи цієї функції розробляється за допомогою значень класифікаційних ознак. Обробка таких таблиць відбувається методами кластерного аналізу.

Після отримання заповненої морфологічної таблиці здійснюється пошук найраціональнішого варіанту. Для цього існують різні групи методів, серед яких можна виділити:

- методи пошуку (звуження морфологічної множини з відкиданням нераціональних варіантів; поступове просування в сторону поліпшення варіанту тощо);
- методи конструювання (дерезовидний або лабіринтний синтез). [2]

Морфологічний аналіз також можна використовувати з застосуванням ієрархічної структури (рисунок 2.2), в такому разі системи, що були

побудовані під час розробки морфологічної таблиці, будуть альтернативами одного з параметрів морфологічної таблиці більш високого рівня.

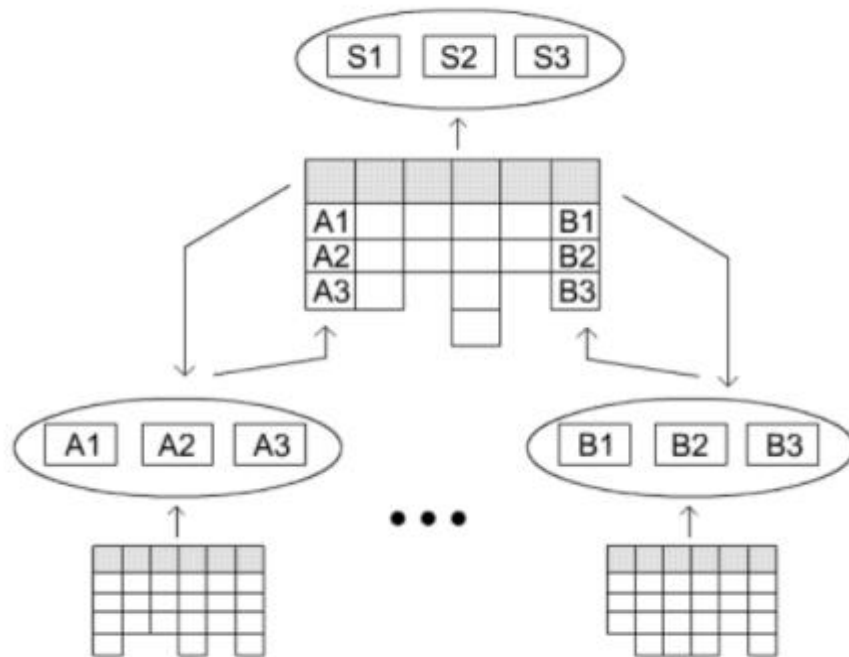


Рисунок 2.2 – Ієрархічна структура

Для врахування зв'язків між параметрами МТ пропонується використовувати числову матрицю взаємозв'язків альтернатив параметрів (МВЗАП). На відміну від запропонованої деякими дослідниками матриці взаємної сумісності, ця матриця замість бінарного значення можливості вибору кожної з пар альтернатив у конфігурацію дає змогу оцінювати вплив вибору пари на ймовірність конфігурації більш точно. Відповідно до розробленої стратегії кожній парі альтернатив параметрів присвоюється оцінка  $[-1; 1]$  згідно таблиці (таблиця 2.1):

Таблиця 2.1 – Значення зв'язків альтернатив

Оцінка	Пояснення
-1	Альтернативи повністю несумісні; конфігурація з цією парою альтернатив неможлива
$(-1;0)$	Альтернативи частково несумісні; вибір однієї з них певною мірою зменшує ймовірність вибору іншої

Продовження таблиці 2.1

Оцінка	Пояснення
0	Альтернативи незалежні; вибір однієї з них не впливає на вибір іншої
(0;1)	Альтернативи частково пов'язані; вибір однієї з них певною мірою збільшує ймовірність вибору іншої
1	Альтернативи повністю пов'язані; вибір однієї з них зумовлює вибір іншої

Попередні оцінки, отримані від експертів, є наближеними, оскільки вони не враховують взаємозв'язки між параметрами, визначені матрицею взаємозв'язків альтернатив параметрів. Щоб отримати остаточні значення ймовірності, необхідно розв'язати задачу розрахунку ймовірностей альтернатив параметрів.

Для цього під час використання морфологічного аналізу для синтезу систем можливо застосовувати матрицю взаємної узгодженості (рисунок 2.3)[20], проте в цьому разі потрібно враховувати вплив вибору пар альтернатив на кожний з критеріїв якості.[21]

		F <sub>1</sub>			F <sub>2</sub>		
		a <sub>1</sub> <sup>(1)</sup>	a <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	a <sub>3</sub> <sup>(1)</sup>	a <sub>1</sub> <sup>(2)</sup>	a <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>	a <sub>3</sub> <sup>(2)</sup>
F <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> <sup>(2)</sup>		0,5				
	a <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>						
	a <sub>3</sub> <sup>(2)</sup>						
F <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> <sup>(3)</sup>		-1	-1			
	a <sub>2</sub> <sup>(3)</sup>					-0,5	
	a <sub>3</sub> <sup>(3)</sup>						0,5

Рисунок 2.3 – Приклад матриці взаємної узгодженості



Після побудови матриці взаємної узгодженості поява тих чи інших альтернатив вже не є незалежними (як раніше) подіями. Тому необхідно зробити перерахунок ймовірностей для всіх альтернатив за допомогою системи рівнянь Байєса.[2]

Результуюча морфологічна система в повній мірі характеризує проблему, що розглядається та надає всі необхідні дані для визначення групи найімовірніших сценаріїв.[22]

Однак, розглядаючи деякі проблеми, може бути корисним дослідити характеристики об'єкта за конкретних значень певних його параметрів. Таким чином, створюється модель висновку «what-if» («що буде, якщо»). Гнучкість методу морфологічного аналізу дає змогу зафіксувати будь-який параметр або параметри, щоб отримати розподіли ймовірностей альтернатив інших параметрів.[23]

Важливою модифікацією методу для морфологічного аналізу є застосування його двічі – перший раз для аналізу неконтрольованих факторів, так званих факторів “зовнішнього світу”, в результаті чого отримується декілька сценаріїв, які необхідно брати до розгляду. Друга ітерація морфологічного аналізу застосовується для синтезу стратегій, які описують реакцію на кожний з цих сценаріїв, в даному разі характеризуючими параметрами є фактори, на які можна в тій чи іншій мірі вплинути.[2]

Тобто, у процесі технологічного передбачення часто доцільно застосовувати двоетапну процедуру ММА. При цьому на першому етапі аналізуються неконтрольовані чинники, так звані чинники зовнішнього світу для об'єкта, проблеми або явища, що розглядається. Другий етап дослідження полягає в синтезі рішень, які найефективніше враховувати в умовах сукупності можливих реалізацій об'єкта, визначених на першому етапі.[24]

Так само, як і на першому етапі, на другому етапі морфологічного дослідження будується морфологічна таблиця, у цьому випадку для стратегій, які будуть розглядатися з точки зору впливу на ситуацію, описану в результатах роботи методу на першому етапі. Відмінність процедури ММА на другому етапі полягає в тому, що параметри морфологічної таблиці другого етапу залежать від зовнішніх даних, у цьому випадку — від параметрів морфологічної таблиці першого етапу. Для врахування цих зв'язків пропонується використовувати матрицю узгодженості, схожу на матрицю взаємної узгодженості першого етапу морфологічного дослідження, однак зв'язок між параметрами в цьому випадку є одностороннім.

Двохетапна процедура ММА є найбільш придатною для застосування в процесі технологічного передбачення, оскільки її етапи фактично відповідають головним етапам процесу технологічного передбачення: системному аналізу предметної галузі і виробленню рекомендацій для прийняття рішень на підставі виконаного аналізу. Оцінювання елементів МТ стратегій відбувається на підставі їх потенційного впливу на структуру об'єкта, заданого МТ сценаріїв.

На відміну від одноетапного ММА двоетапна процедура дає змогу виконувати не тільки власне морфологічний аналіз, а й обґрунтований морфологічний синтез, таким чином завершуючи цикл научного дослідження. Тому в більшості задач, притаманних процесу передбачення, актуально використовувати саме двоетапну процедуру ММА, якщо немає обмежень, які б зробили доцільним використання одноетапної процедури.

Таким чином будують дві пов'язані МТ. Морфологічну таблицю першого етапу назвемо морфологічною таблицею сценаріїв, морфологічну таблицю другого етапу назвемо морфологічною таблицею стратегій.

Параметри МТ стратегій залежать від зовнішніх даних, в цьому випадку — від параметрів МТ сценаріїв. Для врахування цих зв'язків

пропонується використовувати матрицю зв'язків альтернатив параметрів (МЗАП).

## 2.2 Мережі морфологічних таблиць

Стихійні лиха як явища характеризуються суттєвою невизначеністю і великою кількістю ключових факторів, які описують їх протікання. Для дослідження таких подій і прийняття управлінських рішень щодо них використовуються спеціальні методи якісного аналізу, одним з яких є двоетапний морфологічний аналіз.

Однак для задачі оцінювання надзвичайних ситуацій може бути недостатньо описаної вище двохетапної процедури методу, оскільки в якості об'єктів морфологічного моделювання доцільно розглядати як саму ситуацію, так і потенційні її наслідки. Між цими об'єктами існує односторонній зв'язок, і параметри рішення повинні враховувати можливі конфігурації обох цих об'єктів. Для такої задачі доцільно застосувати підхід, оснований на використанні мереж морфологічних таблиць.

Задача моделювання стихійних лих має три варіанти оцінки:

а) оцінювання підготовленості: оцінюються ймовірності характеристик кожного типу лих, щоб знайти очікувані результативності запобіжних заходів щодо всієї множини потенціальних варіантів катастрофи. Так можна визначити найбільш критичні альтернативи, за яких буде заподіяно найбільшої шкоди, або підготовленість до яких є найнижчою;

б) моніторинг: краще використовувати коли загроза катастрофи є завжди присутньою. Оцінки морфологічних таблиць періодично перераховуються, щоб можна було отримати завчасне попередження, коли певні оцінки досягають критичних значень;

в) реакція: потрібно розрахувати потенційну результативність заходів реакції на конкретну ситуацію, яка виникла, або скоро може виникнути. Варто застосовувати, якщо є необхідність швидко прийняти рішення.[24]

Підготовча робота з мережею морфологічних таблиць здійснюється в декілька етапів:

- формується концепція роботи з мережею морфологічних таблиць: визначається список лих і катастроф, з якими буде проводитись подальша робота;
- відповідно до визначеної на першому кроці концепції будуються морфологічні таблиці мережі шляхом визначення характеристикних параметрів і їх альтернатив;
- оцінюються взаємозв'язки всередині таблиць і зв'язки між таблицями.

Загальна схема моделі виглядає таким чином (рисунок 2.4):

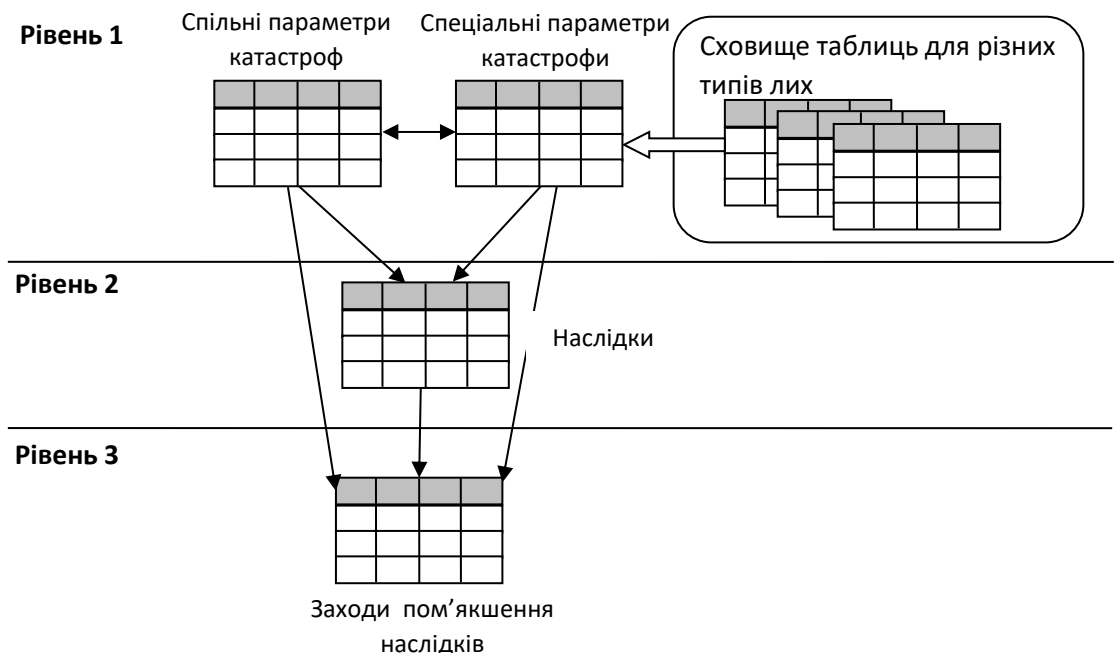


Рисунок 2.4 – Мережа морфологічних таблиць

Мережа складається з таблиць, що розподілені на три рівні[24]:

- на першому знаходиться таблиця, що складається з параметрів катастроф, що є спільними для всіх та групи таблиць зі спеціальними параметрами для кожного лиха;
- на другому рівні знаходиться таблиця, яка складається з можливих наслідків цих катастроф. В цій таблиці містяться релевантні параметри, які описують ситуацію, що може статись в результаті виникнення лиха або катастрофи. Як правило, незалежні оцінки альтернатив встановлюють однаковими, вважаючи, що немає причин апріорно віддати перевагу одній з альтернатив параметрів. Однак, в деяких випадках може бути доцільно для цієї таблиці також провести попереднє оцінювання
- на останньому рівні – таблиця, що містить заходи, що можуть пом'якшити наслідки стихійних лих.

На підготовчому етапі оцінюються взаємозв'язки всередині таблиць і зв'язки між таблицями. Далі отримуємо оцінки для обраних катастроф для складених таблиць.

На наступному кроці потрібно перерахувати оцінки альтернатив за допомогою процедур методу морфологічного аналізу [2] для таблиць першого етапу, і на основі цих оцінок розрахувати оцінки альтернатив наступного етапу. Аналогічно знаходяться оцінки третього рівню за допомогою попередніх.

Спосіб оцінювання для морфологічних таблиць першого рівня визначається способом роботи із мережею. Якщо робота з мережею морфологічних таблиць ведеться в режимі оцінки підготовленості, то для морфологічних таблиць першого рівня проводиться експертне опитування щодо оцінок ймовірності альтернатив, і на його основі розраховуються подальші оцінки. Можливий також розгляд задачі, в якій деякі альтернативи вважаються фіксованими, тобто розглядається конкретна підмножина катастроф.

Якщо робота з мережею морфологічних таблиць ведеться в режимі моніторингу, оцінки альтернатив можуть визначатись на основі регулярного збору текстової інформації з доступних джерел даних (ЗМІ, Інтернет тощо) за допомогою інструментів текстової аналітики, її категоризації і переведення у форму оцінок для морфологічної таблиці.

Якщо робота з мережею морфологічних таблиць ведеться в режимі реакції, то на першому етапі обираються ті альтернативи морфологічних таблиць, які відповідають катастрофі, що вже сталася.

На третьому етапі містяться морфологічні таблиці рішень. Також варто зазначити, що таблиці рішень можуть бути як спільними для всіх типів катастроф, так і спеціальними для конкретних типів катастроф (наприклад, повеней).

Так само, як і для таблиць другого рівню, за замовчуванням альтернативи таблиць цього рівню вважаються рівноймовірними до врахування впливу таблиць попередніх етапів, однак із деяких міркувань (наприклад, економічних), може бути проведено попереднє оцінювання альтернатив.

## Висновки за розділом

Метод морфологічної скрині поєднує два різних етапи морфологічного дослідження. Перший етап (морфологічний аналіз) полягає в морфологічній класифікації множини систем і характеризується багатоаспектністю (багатократною класифікацією однієї морфологічної множини по набору поділів об'ємів поняття) і продуктивністю (класифікація охоплює не тільки відомі, але й гіпотетичні системи, що належать даній множині). На другому етапі (морфологічний синтез)

проводяться оцінювання описів різних систем класу, що досліджується, і вибір тих, які у тому чи іншому наближенні відповідають умовам задачі.

На відміну від одноетапного ММА двоетапна процедура дає змогу виконувати не тільки власне морфологічний аналіз, а й обґрунтований морфологічний синтез, таким чином завершуючи цикл научного дослідження. Тому в більшості задач, притаманних процесу передбачення, актуально використовувати саме двоетапну процедуру ММА, якщо немає обмежень, які б зробили доцільним використання одноетапної процедури.

Для задачі оцінювання надзвичайних ситуацій може бути недостатньо описаної в роботі двохетапної процедури методу, оскільки в якості об'єктів морфологічного моделювання доцільно розглядати як саму ситуацію, так і потенційні її наслідки. Між цими об'єктами існує односторонній зв'язок, і параметри рішення повинні враховувати можливі конфігурації обох цих об'єктів. Для такої задачі доцільно застосувати підхід, оснований на використанні мереж морфологічних таблиць.

Таким чином, при належній експертній оцінці вхідних даних створюється потужний аналітичний інструмент для надання підтримки прийняття рішень у організаціях і відомствах, пов'язаних із запобіганням і пом'якшенням наслідків від стихійних лих.

### 3 МЕРЕЖА МОРФОЛОГІЧНИХ ТАБЛИЦЬ ДЛЯ СТИХІЙНИХ ЛИХ

#### 3.1 Побудова мережі морфологічних таблиць

На першому етапі потрібно скласти морфологічні таблиці для першого, другого та третього рівнів мережі морфологічних таблиць для аналізу стихійних лих.

Спочатку складаються таблиця для спільних характеристик стихійних лих, що розглядаються в даній роботі, а також таблиці для характеристик кожного з них окремо.

Таблиця, яка містить загальні властивості катастроф (таблиця 3.1.) має наступні параметри: масштаб, місцевість та тривалість дії лиха.

Таблиця 3.1. – Спільні властивості катастроф

Масштаб	Місцевість	Тривалість дії
Окремий об'єкт	Густа забудова	>1 тижня
Невелика площа/ квартал/декілька об'єктів	Середня забудова	1 тиждень – 3 дні
Середня площа/район/мале місто	Легка збудова/окраїни	3 дні – 1 день
Велика площа/місто	Сільська	1 день – 10 годин
Область	Незаселена	5–10 годин
Декілька областей/країна		1–5 годин
		<1 години
		Одномоментна

Таблиця для спеціальних ознак землетрусу (таблиця 3.2) має наступні параметри: магнітуда землетрусу за шкалою Ріхтера та глибина епіцентру.



Таблиця 3.2 – Спеціальні властивості землетрусу

Магнітуда землетрусів (Ріхтера)	Глибина епіцентру
1-4	Нормальні – епіцентр до 70 км;
4-5	Проміжні – епіцентр до 300 км
6-8	Глибокофокусні – епіцентр на глибині, більш ніж 300 км
8,5	
9,5	

Таблиця для спеціальних ознак пожежі (таблиця 3.3) має наступні параметри: сила пожежі ( за швидкістю поширення полум'я) та елемент лісу.

Таблиця 3.3 – Спеціальні параметри пожежі

Сила пожежі	Елемент лесу
Слабкі	Низові
Середі	Верхові
Сильні	Підземні

Таблиця для спеціальних ознак зсуву (таблиця 3.4) має наступні параметри: тип за швидкістю руху, за активністю та за потужністю.

Таблиці 3.4 - Спеціальні параметри зсуву

За швидкістю руху	За активністю	Потужність
Дуже швидкий	Активні	Малі
Швидкий	Неактивні	Середні
Помірний		Крупні

Продовження таблиці 3.4

Повільний		Дуже крупні
Дуже повільний		

Таблиця для спеціальних ознак повені (таблиця 3.5) має наступні параметри: клас, основний тригер та тип ландшафту.

Таблиця 3.5 - Спеціальні параметри повені

Клас	Основний тригер	Ландшафт
Низький	Тривалі дощі	Плаский
Високий	Гідрологічні зміни	Схилястий
Видатний	Танення снігу	
Катастрофічний		

На другому етапі має бути побудована таблиця можливих наслідків (таблиця 3.6) для можливих наслідків обраних стихійних лих. Було обрано наступні параметри: ступінь загрози, стан будівель, стан запасів питної води, стан енергомережі, транспортна доступність та потенціал для заворушень.

Таблиця 3.6 – Наслідки катастроф

Ступінь загрози	Будівлі	Запас питної води	Енергомережа	Транспортна доступність	Потенціал для заворушень
Немає	Цілі	Достатні	Ціла	Без обмежень	Немає
Низький	Переважають цілі	Частково достатні	Частково пошкоджена	Пошкоджені або погані дороги	Хвилювання

Продовження таблиці 3.6

Ступінь загрози	Будівлі	Запас питної води	Енергомережа	Транспорт на доступність	Потенціал для заворушень
Середній	Суттєва шкода	Недостатні	Сильно пошкоджена	Недоступно для звичайного транспорту	Безпорядок та вандалізм
Високий	Зруйновані	Зруйновані			Масові заворушення
Дуже високий					

На останньому рівні потрібно побудувати таблицю, що містить можливі пом'якшувальні заходи для стихійних лих (таблиця 3.7). Було обрано наступні параметри: засоби запобігання дії катастрофи для людей, необхідна допомога, залучені підрозділи та необхідний транспорт з обладнанням.

Таблиця 3.7 - Пом'якшувальні заходи для катастроф

Запобігання дії катастрофи на людей	Необхідна допомога	Залучені підрозділи	Необхідний транспорт, обладнання
Евакуація	Медична	Волонтери	Не потребується
Тимчасові укриття	Фізіологічна	Місцеві підрозділи МНС	Автомобілі, автобуси
Тимчасові інженерні споруди	Їжа, питна вода	Державні підрозділи МНС	Спеціальні інженерні
		Національна гвардія	Гелікоптери
			Військові

Наступним кроком є побудова таблиць альтернатив для кожної з вже створених таблиць за допомогою таблиць парних порівнянь. Були створені наступні таблиці ймовірності альтернатив на основі опрацювання літератури про стихійні лиха[3 – 11, 25 – 36](рис. 3.8 – 3.13),

Таблиця 3.8 – Таблиця для спеціальних характеристик землетрусу

F2.1	F2.2
0,2	0,6
0,3	0,2
0,4	0,2
0,05	
0,05	

де F2.1 - магнітуда землетрусів (Ріхтера), F2.2 – глибина епіцентру;

Таблиця 3.9 – Таблиця для спеціальних характеристик пожежі

F3.1	F3.2
0,3	0,6
0,5	0,2
0,2	0,2

де F3.1 – сила пожежі, F3.2 – елемент лісу;

Таблиця 3.10 – Таблиця для спеціальних характеристик зсуву

F4.1	F4.2	F4.3
0,15	0,5	0,2
0,2	0,5	0,2
0,3		0,6
0,2		
0,15		

де F4.1 – за швидкістю руху, F4.2 – за активністю, F4.3 – потужність;

Таблиця 3.11 – Таблиця для спеціальних характеристик повені

F5.1	F5.2	F5.3
0.2	0.33	0.4
0.35	0.33	0.6
0,4	0.33	
0,15		

де F5.1 - клас, F5.2 – основний тригер, F5.3 – ландшафт;

Таблиця 3.12 – Таблиця ймовірності альтернатив для наслідків катастроф

F6.1	F6.2	F6.3	F6.4	F6.5	F6.6
0,2	0,25	0,25	0,333	0,333	0,25
0,2	0,25	0,25	0,333	0,333	0,25
0,2	0,25	0,25	0,333	0,333	0,25
0,2	0,25	0,25			0,25
0,2					

де F6.1 – ступінь загрози, F6.2 - будівлі, F6.3 – запаси питної води, F6.4 - енергомережа, F6.5 – транспортна доступність, F6.6 – потенціал для заворушень;

Таблиця 3.13 – Таблиця ймовірності альтернатив для пом'якшувальних мір

F7.1	F7.2	F7.3	F7.4
0,333	0,333	0,25	0,2
0,333	0,333	0,25	0,2
0,333	0,333	0.25	0.2
		0.25	0.2
			0.2

де F7.1 - запобігання дії катастрофи на людей, F7.2 - необхідна допомога, F7.3 – залучені підрозділи, F7.4 – необхідний транспорт, обладнання.

На наступному кроці необхідно побудувати матриці взаємної узгодженості для того, щоб врахувати безпосередньо зв'язки між різними характеристиками катастроф, як загальних так і специфічних, а також матриці узгодженості для наслідків та пом'якшувальних заходів. Для цього спочатку об'єднаємо таблицю загальних параметрів (таблиця 3.1) з таблицями специфічних параметрів (табл. 3.2-3.7).

Було отримано наступні МВЗАП для чотирьох видів стихійних лих для одноетапного морфологічного аналізу(рис.3.1-3.4).

	1_1	1_2	1_3	1_4	1_5	1_6	2_1	2_2	2_3	2_4	2_5	3_1	3_2	3_3	3_4	3_5	3_6	3_7	3_8	4_1	4_2	4_3	4_4	4_5
2_1	-1	0	0	0	0	0																		
2_2	-1	0	0	0	0	0																		
2_3	-1	0	0	0	0	0																		
2_4	-1	0	0	0	0	0	-1																	
2_5	-1	0	0	0	0	0	0																	
3_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1													
3_2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1													
3_3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1													
3_4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1													
3_5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1													
3_6	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													
3_7	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													
3_8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1													
4_1	-1	0,8	0,8	0,8	0,2	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0,3	-1					
4_2	-1	0,1	0,2	0,2	0,6	-0,3	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-0	0,3	-1					
4_3	-1	-0,4	-0,4	-0	0,8	0,4	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0,1	0,3	-1					
4_4	-1	-0,5	-0,5	-1	0,2	0,6	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0,4	0,3	-1					
4_5	-1	-1	-1	-1	0,4	0,8	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0,8	0,2	-1					
5_1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0,5	0,5	-1	-1	-1	0,4	0,2	0,9
5_2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0,1	0,5	-1	0,1	0,3	0,6	0,6	0,4
5_3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0,8	-1	0,9	0,5	-0	-1	-1	

Рисунок 3.1 – Матриця взаємної узгодженості для землетрусу

	1_1	1_2	1_3	1_4	1_5	1_6	2_1	2_2	2_3	2_4	2_5	3_1	3_2	3_3	3_4	3_5	3_6	3_7	3_8	4_1	4_2	4_3
2_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																
2_2	-1	-1	-1	-1	-1	-1																
2_3	-1	-1	-1	-1	-1	-1																
2_4	-1	-1	-1	-1	-1	-1																
2_5	-1	0	0	0	0	0																
3_1	-1	-1	-1	0,4	0,6	0,8	-1	-1	-1	-1	0											
3_2	-1	-1	-1	0,5	0,6	0,6	-1	-1	-1	-1	0											
3_3	-1	-0,8	-0,6	0,6	0,4	0,4	-1	-1	-1	-1	0											
3_4	-1	0,4	0,5	0,2	0,3	-0,1	-1	-1	-1	-1	0											
3_5	-1	0,7	0,7	0,1	-0,2	-0,2	-1	-1	-1	-1	0											
3_6	-1	0,5	0,5	-0	-0,2	-0,4	-1	-1	-1	-1	0											
3_7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1											
3_8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1											
4_1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-0	0,6	0,7	0,4	-1	-1			
4_2	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0,3	0,6	0,6	0,6	0,2	-0	-1	-1			
4_3	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0,8	0,8	0,6	0,2	-0	-1	-1	-1			
5_1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0
5_2	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0
5_3	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0

Рисунок 3.2 – Матриця взаємної узгодженості для пожежі

	1_1	1_2	1_3	1_4	1_5	1_6	2_1	2_2	2_3	2_4	2_5	3_1	3_2	3_3	3_4	3_5	3_6	3_7	3_8	4_1	4_2	4_3
2_1	-1	0	0	0	0	0																
2_2	-1	0	0	0	0	0																
2_3	-1	0	0	0	0	0																
2_4	-1	0	0	0	0	0																
2_5	-1	0	0	0	0	0																
3_1	-1	-1	-1	0,4	0,6	0,8	0	0	0	0	0											
3_2	-1	-1	-1	0,5	0,6	0,6	0	0	0	0	0											
3_3	-1	-0,8	-0,6	0,6	0,4	0,4	0	0	0	0	0											
3_4	-1	0,4	0,5	0,2	0,3	-0,1	0	0	0	0	0											
3_5	-1	0,7	0,7	0,1	-0,2	-0,2	0	0	0	0	0											
3_6	-1	0,5	0,5	-0,1	-0,2	-0,4	0	0	0	0	0											
3_7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1											
3_8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1											
4_1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0,8	-0,3	0,6	0,7	0,4	-1	-1			
4_2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,6	0,6	0,6	0,2	-0,4	-1	-1			
4_3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,8	0,6	0,2	-0,4	-0,8	-1	-1			
5_1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0
5_2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0
5_3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0

Рисунок 3.3 – Матриця взаємної узгодженості для зсуву

	1_1	1_2	1_3	1_4	1_5	1_6	2_1	2_2	2_3	2_4	2_5	3_1	3_2	3_3	3_4	3_5	3_6	3_7	3_8	4_1	4_2	4_3	4_4	5_1	5_2
2_1	-1	0	0	0	0	-1																			
2_2	-1	0	0	0	0	-1																			
2_3	-1	0	0	0	0	-1																			
2_4	-1	0	0	0	0	-1																			
2_5	-1	0	0	0	0	-1																			
3_1	-1	-0,5	0,2	0,4	0,8	-1	0,7	0,4	0,2	0,1	-0,4														
3_2	-1	0	0,6	0,5	0,2	-1	0,4	0	0,5	3	0,3														
3_3	-1	0,5	0,4	-0	-0,6	-1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6														
3_4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1														
3_5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1														
3_6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1														
3_7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1														
3_8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1														
4_1	-1	0,8	0,2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	0,5	-1	-1	-1	-1	-1						
4_2	-1	0,5	0,5	0,2	-1	-1	0	0	0	0	0	-0	0,4	0,2	-1	-1	-1	-1	-1						
4_3	-1	-1	0,2	0,8	-1	-1	0	0	0	0	0	0,5	0,8	-0	-1	-1	-1	-1	-1						
4_4	-1	-1	-1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0,8	0,4	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
5_1	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0,5	0	-0	-1	-1	-1	-1	-1	0,3	0,3	0,5	0,8		
5_2	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	-0	0	0,5	-1	-1	-1	-1	-1	0,3	0,3	0	-0		
5_3	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0,5	0	-0	-1	-1	-1	-1	-1	0,3	0,3	0,5	0,4		
6_1	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0
6_2	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.4 – Матриця взаємної узгодженості для повені

Для двохетапного морфологічного уналізу було складено матриці узгодженості для кожного зі стихійних лих та їх можливих наслідків (рис. 3.5 – 3.9).

	6_1	6_2	6_3	6_4	6_5	7_1	7_2	7_3	7_4	8_1	8_2	8_3	8_4	9_1	9_2	9_3	10_1	10_2	10_3	11_1	11_2	11_3	11_4
1_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1_2	0,5	0,3	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_3	0,4	0,3	0,4	0,2	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_4	0,2	0,1	0,8	0,65	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_5	-0,2	-0,4	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_6	-0,8	-0,7	0,1	0,4	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2_1	0	0	0	0	0	-0,1	-0,1	0,2	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2	0,1	0,1	0,4
2_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,1	0	0	0,2
2_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	-0,1
2_4	0	0	0	0	0	0,4	0,3	-0,1	-0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,2	0	-0,2
2_5	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
3_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_6	-1	-0,5	0,3	0,5	0,6	-0,8	-0,3	0,4	0,4	0	0	0	0	-0,1	0,3	0,5	-0,8	0,6	0,3	-0,5	0,2	0,2	0,5
3_7	0,3	0,5	0,7	0,1	-0,3	0,3	0,4	0,4	0,1	0	0	0	0	0,7	0,3	-0,3	0,4	0,4	-0,5	0,1	0,5	0,3	-0,3
3_8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4_1	1	0,3	-1	-1	-1	1	0,8	-1	-1	0	0	0	0	0,9	0,3	-0,8	1	-0,5	-1	0,9	0,3	-0,5	-0,8
4_2	0,2	0,8	0,3	-0,3	-1	0,8	0,7	-0,6	-0,7	0	0	0	0	0,6	0,4	-0,4	0,6	0	-0,1	0,6	0,3	0,1	-0,5
4_3	-1	-0,6	0,8	0,4	-0,5	-1	0,4	0,8	0,3	0	0	0	0	0,3	0,8	0,35	0,4	0,7	0,4	-0,2	0,5	0,4	0
4_4	-1	-0,8	0,4	0,8	0,7	-1	-0,5	0,4	0,8	0	0	0	0	-0,4	0,5	0,6	-0,2	0	0,7	-0,5	0,5	0,8	0,5
4_5	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	0,4	1	0	0	0	0	-0,7	0,6	0,8	-1	0,4	1	-0,7	0,3	0,6	0,8
5_1	-0,6	-0,3	0,2	0,5	0,7	-0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	-0,1	0,1	0,4	-0,1	0,1	0,4	-0,3	0	0	0,4
5_2	0,2	0	0	0	0,3	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5_3	0,7	0,45	0,2	0,1	-0,2	0,5	0	0	-0,5	0	0	0	0	0,5	0,2	-0,2	0,5	0,2	-0,2	0,5	0	0	-0,5

Рисунок 3.5 – Матриця узгодженості для наслідків землетрусу



	6_1	6_2	6_3	6_4	6_5	7_1	7_2	7_3	7_4	8_1	8_2	8_3	8_4	9_1	9_2	9_3	10_1	10_2	10_3	11_1	11_2	11_3	11_4
1_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1_2	0,5	0,3	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_3	0,4	0,3	0,4	0,2	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_4	0,2	0,1	0,8	0,65	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_5	-0,2	-0,4	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_6	-0,8	-0,7	0,1	0,4	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2_2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2_3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2_4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3_1	-1	-0,6	0,2	0,7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	0,5	0,8	-0,9	0,6	0,9	0	0	0	0
3_2	-0,4	0,4	0,6	0,8	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0,6	0,6	-0,6	0,3	0,6	0	0	0	0
3_3	-0,1	0,4	0,6	0,4	-0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2	0,7	0,4	0,1	0,7	0,3	0	0	0	0
3_4	0,1	0,6	0	0	-0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,8	0,2	0,4	0,8	0,1	0	0	0	0
3_5	0,1	0,8	0	0	-0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	-0,4	0,7	0,3	-0,2	0	0	0	0
3_6	0,5	0,3	0,1	-0,4	-0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0,4	-0,7	0,9	0,5	-0,6	0	0	0	0
3_7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4_1	0,5	0,3	0,1	-0,4	-0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0,4	-0,7	0,9	0,5	-0,6	0	0	0	0
4_2	0,1	0,6	0	0	-0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,8	0,2	0,4	0,8	0,1	0	0	0	0
4_3	-1	-0,6	0,2	0,7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	0,5	0,8	-0,9	0,6	0,9	0	0	0	0
5_1	-1	0,1	0,2	0,4	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5_2	-1	0,05	0,2	0,3	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5_3	-1	0,3	0,5	0,7	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.6 – Матриця узгодженості для наслідків пожежі

	7_1	7_2	7_3	7_4	7_5	8_1	8_2	8_3	8_4	9_1	9_2	9_3	9_4	10_1	10_2	10_3	11_1	11_2	11_3	12_1	12_2	12_3	12_4
1_1	0,5	0,3	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_2	0,2	0,1	0,8	0,65	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_3	-0,8	-0,7	0,1	0,4	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1_5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1_6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2_1	0	0	0	0	0	-0,1	-0,1	0,2	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2	0,1	0,1	0,4
2_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,1	0	0	0,2
2_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	-0,1
2_4	0	0	0	0	0	0,4	0,3	-0,1	-0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,2	0	-0,2
2_5	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
3_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_7	-1	-0,5	0,3	0,5	0,6	-0,8	-0,3	0,4	0,4	0	0	0	0	-0,1	0,3	0,5	-0,8	0,6	0,3	-0,5	0,2	0,2	0,5
3_8	0,3	0,5	0,7	0,1	-0,3	0,3	0,4	0,4	0,1	0	0	0	0	0,7	0,3	-0,3	0,4	0,4	-0,5	0,1	0,5	0,3	-0,3
4_1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	0,4	1	0	0	0	0	-0,7	0,6	0,8	-1	0,4	1	-0,7	0,3	0,4	0,5
4_2	-1	-0,8	0,4	0,8	0,7	-1	-0,5	0,4	0,8	0	0	0	0	-0,4	0,5	0,6	-0,2	0	0,7	-0,5	0,5	0,6	0,3
4_3	-1	-0,6	0,8	0,4	-0,5	-1	0,4	0,8	0,3	0	0	0	0	0,3	0,8	0,35	0,4	0,7	0,4	-0,2	0,5	0,4	0
4_4	0,2	0,8	0,3	-0,3	-1	0,8	0,7	-0,6	-0,7	0	0	0	0	0,6	0,4	-0,4	0,6	0	-0,1	0,6	0,3	0,1	-0,5
4_5	1	0,3	-1	-1	-1	1	0,8	-1	-1	0	0	0	0	0,9	0,3	-0,8	1	-0,5	-1	0,6	0,3	-0,5	-0,8
5_1	-0,6	-0,3	0,2	0,5	0,7	-0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	-0,1	0,1	0,4	-0,1	0,1	0,4	-0,3	0	0	0,4
5_2	0,7	0,45	0,2	0,1	-0,2	0,5	0	0	-0,5	0	0	0	0	0,5	0,2	-0,2	0,5	0,2	-0,2	0,5	0	0	-0,5
6_1	1	0,3	-1	-1	-1	1	0,8	-1	-1	0	0	0	0	0,9	0,3	-0,8	1	-0,5	-1	0,9	0,3	-0,5	-0,8
6_2	0,2	0,8	0,3	-0,3	-1	0,8	0,7	-0,6	-0,7	0	0	0	0	0,6	0,4	-0,4	0,6	0	-0,1	0,6	0,3	0,1	-0,5
6_3	-1	-0,8	0,4	0,8	0,7	-1	-0,5	0,4	0,8	0	0	0	0	-0,4	0,5	0,6	-0,2	0	0,7	-0,5	0,5	0,6	0,5
6_4	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	0,4	1	0	0	0	0	-0,7	0,6	0,8	-1	0,4	1	-0,7	0,3	0,4	0,8

Рисунок 3.7 – Матриця узгодженості для наслідків зсуву

	7_1	7_2	7_3	7_4	7_5	8_1	8_2	8_3	8_4	9_1	9_2	9_3	9_4	10_1	10_2	10_3	11_1	11_2	11_3	12_1	12_2	12_3	12_4
1_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1_2	0,5	0,3	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_3	0,4	0,3	0,4	0,2	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_4	-0,2	-0,4	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_5	-0,2	-0,4	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1_6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2_1	0	0	0	0	0	-0,1	-0,1	0,2	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2	0,1	0,1	0,4
2_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,1	0	0	0,2
2_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	-0,1
2_4	0	0	0	0	0	0,4	0,3	-0,1	-0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,2	0	-0,2
2_5	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
3_1	-1	-0,5	0,3	0,5	0,6	-0,8	-0,3	0,4	0,4	0	0	0	0	-0,1	0,3	0,5	-0,8	0,6	0,3	-0,5	0,2	0,2	0,5
3_2	0,3	0,5	0,7	0,1	-0,3	0,3	0,4	0,4	0,1	0	0	0	0	0,7	0,3	-0,3	0,4	0,4	-0,5	0,1	0,5	0,3	-0,3
3_3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3_8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4_1	0,7	0,5	0,1	-0,3	-0,7	0,9	0,2	-0,1	-0,9	0	0	0	0	0,7	0,4	-0,7	0,9	0,5	-0,6	0,6	0,3	-0,5	-0,8
4_2	0,4	0,5	0,8	-0,1	-0,4	0,6	0,7	0,7	-0,1	0	0	0	0	0,3	0,8	0,2	0,4	0,8	0,1	0,6	0,3	0,1	-0,5
4_3	-0,4	0,2	0,8	0,3	0,6	-0,1	0,6	0,8	0,6	0	0	0	0	-0,5	0,3	0,5	-0,3	0,2	0,6	-0,5	0,5	0,6	0,3
4_4	-0,8	-0,4	0,1	0,4	0,8	-0,9	-0,1	0,1	0,9	0	0	0	0	-0,8	0,5	0,8	-0,9	0,6	0,9	-0,7	0,3	0,4	0,5
5_1	0	0	0	0,3	0,5	0,2	0,5	-0,8	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5_2	0	0	0	0,1	0,2	0,05	0,2	-0,8	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5_3	0	0	0	0,4	0,6	0,2	0,5	-0,8	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6_1	-0,6	-0,3	0,2	0,5	0,7	-0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	-0,1	0,1	0,4	-0,1	0,1	0,4	-0,3	0	0	0,4
6_2	0,7	0,45	0,2	0,1	-0,2	0,5	0	0	-0,5	0	0	0	0	0,5	0,2	-0,2	0,5	0,2	-0,2	0,5	0	0	-0,5

Рисунок 3.8 – Матриця узгодженості для наслідків повені

	7_1	7_2	7_3	8_1	8_2	8_3	9_1	9_2	9_3	9_4	10_1	10_2	10_3	10_4	10_5
1_1	-1	-1	-1,0	-0,9	-1	-0,7	0,9	-0,5	-1	-1	0,8	0,3	-1	-1	-1
1_2	0,4	-0,5	-0,8	0,2	-0,4	-0,6	0,7	0,8	0,2	-0,6	0,0	0,8	-0,1	-0,5	-0,6
1_3	0,5	-0,2	-0,5	0,4	0,1	-0,1	0,4	0,6	0,9	0,2	-1	0,6	0,8	0,2	-0,9
1_4	0,6	0,4	0,2	0,6	0,35	0,4	-0,5	0,3	0,4	0,7	-0,8	0,1	0,5	0,5	0,5
1_5	0,7	0,6	0,4	0,9	0,6	0,7	-0,9	-0,5	0,5	0,9	-1	-0,5	0,3	0,7	0,95
2_1	-0,9	-0,7	-0,8	-0,6	-0,6	-0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2_2	0,4	0,2	-0,5	0,2	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2_3	0,65	0,4	0,2	0,6	0,4	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2_4	0,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3_1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3_2	0	0	0	0	0	-0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3_3	0,4	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3_4	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4_1	0	0	0	0	0	0	0,7	0,4	0,1	-0,2	0	0	0	0	0
4_2	0,2	0	0	0	0	0	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0	0
4_3	0,5	0	0	0	0	0	0,1	-0,1	0,5	0,4	0	0	0	0,4	0,2
5_1	-0,3	-0,5	-0,8	-0,2	-0,3	-0,2	0,8	0,5	-0,2	-0,5	0,9	0,6	-0,2	-0,3	-0,3
5_2	0,4	0,1	-0,2	0,1	0	0,1	0,3	0,15	0	0	0	0	0	0	0
5_3	0,7	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	-0,8	-0,3	0,4	0,5	-0,9	-0,6	-0,1	0,5	0,6
6_1	0	0	0	0	0	0	0,7	0,5	0,1	-0,1	0	0	0	0	0
6_2	0	0	0	0,2	0,2	0	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,4	0,3	-0,1	-0,4
6_3	0	0	0	0,4	0,3	0	-0,1	0,2	0,6	0,5	-0,2	0,2	0,35	0,4	0,6
6_4	0	0	0	0,6	0,4	0	-0,6	0,15	0,8	0,9	-0,3	0,1	0,4	0,6	0,8

Рисунок 3.9 – Матриця узгодженості для пом'якшувальних заходів

В результаті першого етапу морфологічного аналізу було отримано наступні розраховані оцінки альтернатив для МТ для землетрусів(табл. 3.14), пожеж(табл. 3.15), зсувів(табл. 3.16) та повеней(табл. 3.17).

Таблиця 3.14 – Розраховані оцінки для землетрусів

F1.1	F1.2	F1.3	F2.1	F2.2
0	0,2	0	0,211	0,534
0,014	0,2	0	0,276	0,244
0,218	0,2	0	0,412	0,222
0,265	0,2	0	0,064	
0,347	0,2	0	0,037	
0,156		0,545		
		0,302		
		0,153		

Таблиця 3.15 – Розраховані оцінки для пожеж

F1.1	F1.2	F1.3	F3.1	F3.2
0	0,023	0,08	0,318	0,545
0,036	0,045	0,085	0,544	0,274
0,166	0,087	0,433	0,138	0,181
0,436	0,203	0,267		
0,314	0,642	0,092		
0,048		0,043		
		0		
		0		

Таблиця 3.16 – Розраховані оцінки для зсуву

F1.1	F1.2	F1.3	F4.1	F4.2	F4.3
0,256	0,096	0	0,153	0,562	0,197
0,433	0,153	0	0,234	0,438	0,159
0,311	0,177	0	0,385		0,644
0	0,316	0	0,186		
0	0,258	0	0,042		
0		0			
		0,545			
		0,455			

Таблиця 3.17 – Розраховані оцінки для повені

F1.1	F1.2	F1.3	F5.1	F5.2	F5.3
0	0,194	0,255	0,231	0,298	0,379
0,177	0,261	0,527	0,374	0,396	0,621
0,434	0,298	0,218	0,301	0,306	
0,266	0,203	0	0,94		
0,123	0,044	0			
0		0			
		0			
		0			

В результаті другого етапу морфологічного аналізу були отримані наступні значення альтернатив параметрів «наслідки»(табл. 3.18) та «пом'якшувальні міри»(табл. 3.19).

Таблиця 3.18 – Оцінки альтернатив для наслідків

F6.1	F6.2	F6.3	F6.4	F6.5	F6.6
0,187	0,163	0,186	0,303	0,282	0,196
0,241	0,302	0,319	0,464	0,485	0,412
0,284	0,323	0,306	0,233	0,233	0,279
0,183	0,212	0,189			0,113
0,105					

Таблиця 3.19 - Оцінки альтернатив для пом'якшувальних заходів

F7.1	F7.2	F7.3	F7.4
0,535	0,424	0,335	0,149
0,303	0,223	0,373	0,302
0,162	0,353	0,157	0,252
		0,135	0,205
			0,092

### 3.2 Оцінювання результативності при наявності фіксованих параметрів

Для того, щоб перевірити правильність результатів роботи побудованої системи підтримки прийняття рішень та продемонструвати її роботу, розглянемо декілька прикладів реальних катастроф, що сталися на

території України та зафіксуємо відповідно параметри в мережі морфологічних таблиць.

а) На Сумщині 2 квітня 2018 року підтопило частину міста Охтирки та деякі села поблизу Сум. Причиною стихійного лиха рятувальники називають стрімку відлигу. Дамба не витримала потоку талої води, яка з ночі переливалася через дамбу та каскадом наповнювала інші водойми, зокрема й річку, що протікає через місто.

Найбільше постраждали мешканці приватного сектору, що розташований уздовж русла ріки та частина центру міста Охтирка. Було підтоплено 25 будинків, 11 вулиць, евакуйовано 45 людей, постраждалих розміщено у лікарні. При тривозі було піднято весь особовий склад Охтирського відділення поліції. Тимчасово були недоступні декілька доріг в області.

Відносно до отриманої інформації щодо лиха, зафіксуємо в таблицях, що відносяться до повені певні альтернативи параметри, а саме «Велика площа/район/мале місто», «Легка забудова/ окраїни», «3 дні – 1 день», «Високий», «Танення снігу», «Плаский».

В результаті проведеного двоетапного морфологічного аналізу було отримано такі результати (табл. 3.20, 3.21):

Таблиця 3.20

Ступінь загрози	Будівлі	Запас питної води	Енергомер ежа	Транспортна доступність	Потенціал для заворушень
0,087	0,113	0,195	0,209	0,067	0,396
0,451	0,442	0,49	0,564	0,394	0,420
0,344	0,383	0,266	0,227	0,539	0,129
0,113	0,062	0,049			0,055
0,005					

Таблиця 3.21

Запобігання дії катастрофи на людей	Необхідна допомога	Залучені підрозділи	Необхідний транспорт, обладнання
0,546	0,306	0,265	0,169
0,292	0,227	0,573	0,402
0,162	0,467	0,127	0,262
		0,035	0,105
			0,062

б) Про пожежу в «Поліському природному заповіднику» стало відомо близько 17:00 20 серпня. З'ясувалося, що загорілося близько 60 га лісу в районі села Копище Олеського району. Загасити цю пожежу вдалося лише 22 серпня. Як розповіли в ДСНС, через підвищеного атмосферного тиску дим лежав на землі, що сильно обмежувало видимість при гасінні пожежі. 21 серпня площа пожежі на території Поліського природного заповідника збільшилась до 120 га. У боротьбі з вогнем було задіяно понад 60 одиниць техніки, 200 чоловік, а також два літаки Ан-32П і вертоліт Мі-8.

Відносно до отриманої інформації щодо лиха, зафіксуємо в таблицях, що відносяться до повені певні альтернативи параметри, а саме «Середня площа/район/мале місто», «Незаселена», «3 дні – 1 день», «Сильні», «Низові».

В результаті проведеного двоетапного морфологічного аналізу для отриманої мережі морфологічних таблиць було отримано такі результати(табл. 3.22, 3.23):

Таблиця 3.22

Ступінь загрози	Будівлі	Запас питної води	Енергомер ежа	Транспортна доступність	Потенціал для заворушень
0,027	1	0,135	0,183	0,274	0,14
0,181	0	0,324	0,334	0,472	0,389
0,484	0	0,333	0,483	0,254	0,288

Продовження таблиці 3.22

Ступінь загрози	Будівлі	Запас питної води	Енергомережа	Транспортна доступність	Потенціал для заворушень
0,203	0	0,206			0,183
0,105					

Таблиця 3.23

Запобігання дії на катастрофи людей	Необхідна допомога	Залучені підрозділи	Необхідний транспорт, обладнання
0,556	0,527	0,111	0,076
0,277	0,223	0,293	0,102
0,167	0,25	0,397	0,352
		0,199	0,305
			0,165

### Висновки за розділом

В практичній частині даної роботи було побудовано мережу морфологічних таблиць для стихійних лих за допомогою якої можливо як оцінити загальну підготовленість до катастроф в межах певних регіонів або країни в цілому, так і визначити їх наслідки з фіксованими параметрами та запропонувати пом'якшувальні міри, та зроблено її аналіз. Було побудовано таблиці параметрів альтернатив, таблиці взаємозв'язку параметри альтернатив для таблиць з різних рівнів мережі. Було проведено одноетапний та двоетапний аналізи для різних типів катастроф, їх можливих наслідків та пом'якшувальних мір.

Побудовану мережу було перевірено на двох реальних стихійних лихах, що відбулися в Україні (повінь на Сумщині в місті Охтирка та пожежа в «Поліському природному заповіднику»). Для вищезазначених

стихійних лих було побудовано таблиці оцінки результативності альтернатив параметрів наслідків і можливих пом'якшувальних дій. Було проведено морфологічний аналіз та порівняно отримані результати з реальними наслідками стихійних лих та засобами ліквідації катастроф та допомоги постраждалим. Отримані результати корелюють з реальними наслідками та задіяними засобами.



## 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ

### 4.1 Опис ідеї проекту

Для створеної мережі морфологічних таблиць для аналізу стихійних лих необхідний додаток для підрахунку всіх математичних дій для всіх існуючих таблиць, розмір яких може перевищувати декілька тисяч рядків.

Зважаючи на те, що така мережа є принципово новою, поки що не існувало повноцінного інструменту, який міг би в повному обсягу задовольняти усім заданим цілям.

В даному ж стартап-проекті було реалізовано всі необхідні розрахунки за допомогою мови програмування C#. Особливості проекту наведені в таблицях 4.1 – 4.21.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Додаток для підрахунку результатів для мережі морфологічних таблиць	1.Аналіз стихійних лих	Швидкий аналіз стихійних лих за допомогою морф. таблиць

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристик и ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		<i>Мій проект</i>	—	—	—			
1.	Швидкість роботи	+	—	—	—			+
2.	Легкість використання	+	—	—	—			+
3.	Стиск даних	+	—	—	—			+
4.	Ціна	+	—	—	—			+

## 4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Розробити додаток С# для аналізу морфологічних таблиць для стихійних лих	С#	Наявні	Доступні
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Excel С#				

## 4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку  
стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	0
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	100000 ум.од
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	стагнує
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	15%

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Швидкий аналіз морфологічних таблиць для стихійних лих	Компанії, що працюють зі стихійними лихами	Компанії, що працюють зі стихійними лихами, що працюють з Microsoft Office	- Microsoft Office

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
	Поява аналогу	Поява продукту, з меншою ціною чи більшою функціональністю	Збільшувати функціональність

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Розповсюдження морфологічних таблиць	Можливість продажу програми більшій кількості компаній в більшу кількість країн	Підтримка більшої кількості мов

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - монополія	Немає аналогів на ринку	Покращувати функціональність додатку

2. За рівнем конкурентної боротьби - - глобальний	Клієнтами є компанії з багатьох країн	
3. За галузевою ознакою внутрішньогалузева	в межах однієї галузі	
4. Конкуренція за видами товарів: немає	немає	
5. За характером конкурентних переваг -	немає	
6. За інтенсивністю - марочна/не марочна	роль торгової марки незначна	

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	немає	немає	Немає постачальників	Не диктують	немає
Висновки:	Немає конкурентів	Немає конкурентів	Немає постачальників	Ні	Немає

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Ціна	Для більшості клієнтів ціна має пріоритетне значення
2	Функціонал	Функціонал має відповідати потребам клієнта
3	User-friendly	Важливість зручного користування програмою
4	Багатоплатформеність	Важливо, щоб програмою могли користуватися клієнти з різними платформами

Таблиця 4.11 – SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: легка для використання, мультиплатформеність	Слабкі сторони: вузькоспеціалізована
Можливості: Розповсюдження морф таблиць	Загрози: поява аналогу

Таблиця 4.12 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Розширення функціоналу	Висока	3-5 місяців
2	Багатоплатформеність	Середня	9-12 місяців

#### 4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Таблиця 4.13 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
	Компанії які застосовують MS Office	Висока	Високий	Немає	Проста (реалізація стандартного функціоналу)

## Продовження таблиці 4.13

Які цільові групи обрано: існує єдина цільова група (надзвичайно широка)

Таблиця 4.14 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
	Розробка нового та покращення старого функціоналу Підтримка невисокої ціни продукту	Розширення сукупності унікальних функцій продукту Невелика ціна у	Можливість кастомізованого мапінгу сутностей Менші витрати на продукт	Стратегія диференціації  Стратегія лідерства по витратах

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Так	Шукати нових	Не буде	Стратегія наслідування

Таблиця 4.16 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
	Зручний інтерфейс Широкий функціонал Приємна ціна Багато мов	Стратегія диференціації Стратегія лідерства по витратах	Широкий функціонал Невисока ціна	Мобільність Швидкість Кастомізованість

#### 4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 4.17 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Вартість	Задовольняє потребу	Ціна товару є значно нижчою за ціни схожих продуктів конкурентів

Таблиця 4.18 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Розробити додаток Excel для аналізу морфологічних таблиць для стихійних лих		
	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Простота використання	Нм	Тх/Тл/ Е
	2. Низька ціна	М	Вр
	3.Мобільність	Нм	Тх/Тл
	4.Функціональність	Нм	Тх/Тл
	Якість: стандарти, нормативи відсутні		
	Пакування Microsoft office Excel		
	додаток Excel для аналізу морфологічних таблиць для стихійних лих		
	До продажу аналіз таблиць, висновки		
	Після продажу розширення кількості лих, мов		

Таблиця 4.19 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
	Немає товарів-замінників	Немає товарів-аналогів	10000\$	5 - 10\$

Таблиця 4.20 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
	Завантаження продукту з сайту	-	-	-



Таблиця 4.21 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
	Компанії що працюють зі стихійними лихами	Професійні соціальні мережі	Широка функціональність, приємна ціна	Надання інформації про додаток, його переваги	Професійний, функціональний додаток за приємною ціною.

## Висновки за розділом

Для продукту є можливість ринкової комерціалізації проекту, адже наявний попит, динаміка ринку, рентабельність роботи на ринку. Також існує перспектива впровадження, адже товар не має конкурентів на ринку і поки що є унікальним. Проект буде розвивати свою функціональність, підтримку мов та більшої кількості стихійних лих.

## ВИСНОВКИ

У наш час проблема безпеки та усунення наслідків природних катастроф стає все більш актуальною, адже стихійне лихо — це надзвичайне природне явище, що діє з величезною руйнівною силою, завдає вагомої шкоди місцю, в якому відбувається, порушує нормальну діяльність населення, знищує будівлі, споруди, загрожує життю і призводить до загибелі людей, тварин, знищення матеріальних цінностей.

Ризик виникнення катастроф на території України наразі є достатньо високим. У зв'язку з техногенними факторами і урбанізацією масштабність наслідків і руйнівний потенціал стихійних лих постійно зростає, тому задача запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, ліквідації або мінімізації їх наслідків є пріоритетною.

Під час виконання роботи було проаналізована література на тему стихійних лих, а також характеристики катастроф із взаємозв'язками, можливі наслідки та пом'якшувальні заходи. Внаслідок чого було побудовано морфологічні таблиці і складено мережу для таких стихійних лих як лісова пожежа, повінь, зсув та землетрус. Проведено двохетапний морфологічний аналіз для отриманої мережі морфологічних таблиць та отримані результати у вигляді ваг.

Створена мережа морфологічних таблиць має суттєві сильні сторони:

- вона допомагає структурувати стихійне лихо за певними характеристиками;
- дозволяє розглянути одночасно велику кількість варіантів;
- будь-який параметр може бути зафіксовано для того, щоб прослідкувати поведінку інших параметрів;
- допомагає визначити наслідки лиха та пропонує пом'якшувальні міри;
- результати дослідження отримуються у зручному для прийняття рішень вигляді ваг.

Результати роботи були перевірені на декількох реальних стихійних лихах, що відбулись в Україні (повінь на Сумщині в місті Охтирка та пожежа в «Поліському природному заповіднику»). Для вищезазначених стихійних лих було побудовано таблиці оцінки результативності альтернатив параметрів наслідків і можливих пом'якшувальних дій. Було проведено морфологічний аналіз та порівняно отримані результати з реальними наслідками стихійних лих та засобами ліквідації катастроф та допомоги постраждалим. Отримані результати корелюють з реальними наслідками та задіяними засобами.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Згуровський М.З. Модифицированный метод анализа иерархий / Згуровський М.З., Павлов А.А., Штанькевич А.С. // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2010. – №1. – С. 7 - 25
2. Савченко І.О., Методологічне і математичне забезпечення розв'язання задач передбачення на основі модифікованого методу морфологічного аналізу / Савченко І.О // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2011. – № 3. – С. 18 – 28.
3. Класифікація катастроф, аварій і надзвичайних подій [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: <http://www.eco-live.com.ua/content/klasif%D1%96kats%D1%96ya-avar%D1%96i-katastrof-%D1%96nadzvichainikh-pod%D1%96i?page=2>
4. Стихійне лихо, аварії, катастрофи та їх характеристики [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: <http://readbookz.net/book/198/7490.html>
5. Положення про охорону праці є загальні закони України, а також спеціальні законодавчі акти [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: <http://divovo.in.ua/polojennya-pro-ohoronu-praci-ye-zagaleni-zakoni-ukrayini-a-tak.html?page=7>
6. Надзвичайні ситуації природного характеру [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: <http://posibnyky.vntu.edu.ua/bjd/63.htm>
7. Цунамі, повені [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: <http://um.co.ua/8/8-12/8-12564.html>
8. Прогнозування і оцінка обстановки при повенях [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: [http://stud.com.ua/1444/bzhd/prognozuvannya\\_otsinka\\_obstanovki\\_povenyah](http://stud.com.ua/1444/bzhd/prognozuvannya_otsinka_obstanovki_povenyah)

9. Зсуви, селі і обвали [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: <http://um.co.ua/8/8-12/8-12560.html>
10. Цікаві факти про зсуви [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: <http://proukrtravel.ru/rizne/9821-cikavi-fakti-pro-zsuvi.html>
11. Основні види лісових пожеж та їх характеристика [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: [http://lesovod.blogspot.com/2018/02/blog-post\\_841.html](http://lesovod.blogspot.com/2018/02/blog-post_841.html)
12. Одрин В.М. Метод морфологического анализа технических систем / Одрин В.М. – М.: ВМИИПИ, 1989. – 312 с.
13. Жерарден Л. Морфологический анализ – метод творчества / Жерарден Л. // Руководство по научно-техническому прогнозированию. – М.: Прогресс, 1977. – С. 221 – 234.
14. Одрин В. М. Морфологический анализ систем / Одрин В. М., Картавов С.С. – К.: Наук.думка, 1977. – 183 с.
15. Одрин В.М. Морфологический метод поиска технических решений: современное состояние, вопросы и перспективы / Одрин В.М. – К.: Знание, 1982. – 16 с.
16. Одрин В. М. Морфологический синтез систем: морфологические методы поиска/ Одрин В.М. // Ин – т кибернетики им. В.М. Глушкова. – Киев, 1986. – 40 с.
17. Акимов С.В. Морфологический анализ множества линейных транзисторных усилителей СВЧ / Акимов С.В. // Тр. Учебных заведений связи. – СПб., 2001. – № 166. – С. 84 – 89.
18. Панкратова Н.Д. Морфологічний аналіз. Проблеми, теорія, застосування / Панкратова Н.Д., Савченко І.О. – К.: Наукова думка. 2015 – 245 с.
19. Застосування методу морфологічного аналізу для задач технологічного передбачення [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. –

Електронні дані. Режим доступу:

<http://lib.chdu.edu.ua/pdf/naukpraci/computer/2008/90-77-1.pdf>

20. Павлов А.А. Математические модели оптимизации для обоснования и нахождения весов в методе парных сравнений / Павлов А.А., Лищук Е.И., Кут В.И. // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2007. — № 2. — С. 13–21.

21. Згуровський М.З., Системний аналіз: проблеми, методологія, приложения / Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. – К.: Наук.думка, 2011. – 743 с.

22. Згуровський М.З. Основи системного аналізу / Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. – К.: ВНУ, 2007. – 544 с.

23. Панкратова Н.Д. Гибридный метод многокритериального оценивания альтернатив принятия решений / Панкратова Н.Д., Недашковская Н.И. // Кибернетика и системный анализ. – 2014. – №6. – С. 58 – 70.

24. I. Savchenko. Modeling disasters using networks of morphological tablets/ I. Savchenko// MFOГ 2017. November 9 – 11. Chisinau, Republic of Moldova, 2017. – P. 162 – 165.

25. Каррыев Б. Катастрофы в природе: стихия воды. Голод, наводнения, потопаы, сели, цунами / Каррыев Б. – RIDERO.2016 – 314с.

26. Каррыев Б. Катастрофы в природе: Землетрясения. Гипотезы, факты, причины, последствия / Каррыев Б. – RIDERO.2016 – 574с.

27. Каррыев Б. Катастрофы в природе: Земля меняет кожу. Лавины обвалы, оползни, провалы / Каррыев Б. – RIDERO.2016 – 406с.

28. Виды лесных пожаров и их классификация [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу:

<https://protivpozhara.com/tipologija/prirodnye/vidy-lesnyx-pozharov>

29. Лесные и торфяные пожары [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу:

[http://kovdoravia.narod.ru/Lesnie\\_i\\_torfjanie\\_pojar.html](http://kovdoravia.narod.ru/Lesnie_i_torfjanie_pojar.html)

30. Какие стихийные бедствия природного характера возможны на территории Украины? Их причины и последствия [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу:

<https://studfiles.net/preview/6272894/page:11/>

31. Виды стихийных бедствий и их основные поражающие факторы [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу:

<http://scibook.net/spasatelnyie-formirovaniya-avariyno/vidyi-stihiynyih-bedstviy-osnovnyie-14399.html>

32. Геращенко Н. Энциклопедия стихийных бедствий / Геращенко Н. – М.: 2014 – 125с.

33. Красилов М.О. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты / Красилов М.О. – М.: 1992 – 174 с.

34. Небел Б. Наука об окружающей среде Как устроен мир / Небел Б. – М.:1993 – 424 с.

35. Стихийные бедствия и техногенные катастрофы: Превентивные меры / пер. с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2012. — 312с.

36. Райхардт Г. Стихийные бедствия / Райхардт Г. – М.: 2000 – 48с.

## ДОДАТОК А ЛІСТИНГ КОДУ

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Runtime.InteropServices;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using MathNet;

using Excel = Microsoft.Office.Interop.Excel;

namespace MorphNets
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            double[] F1 = new double[6];
            double[] F2 = new double[5];
            double[] F3 = new double[8];
            double[] F4 = new double[5];
            double[] F5 = new double[3];

            Excel.Application xlApp = new Excel.Application();
            Excel.Workbook xlWorkbook =
xlApp.Workbooks.Open(@"D:\Repos\MorphNets\MorphNets\Earthquake.xlsx");
            Excel._Worksheet xlWorksheet = xlWorkbook.Sheets[1];
            Excel.Range xlRange = xlWorksheet.UsedRange;

            F1 = GetColumn(1, 6, xlRange);
            F2 = GetColumn(2, 5, xlRange);
            F3 = GetColumn(3, 8, xlRange);
            F4 = GetColumn(4, 5, xlRange);
            F5 = GetColumn(5, 3, xlRange);

            Excel._Worksheet xlWorksheet2 = xlWorkbook.Sheets[2];
            Excel.Range xlRange2 = xlWorksheet2.UsedRange;

            double[,] F = GetArray(21, 24, xlRange2);

            #region CleanUP
            //cleanup
            GC.Collect();
            GC.WaitForPendingFinalizers();

            //rule of thumb for releasing com objects:
            // never use two dots, all COM objects must be referenced and released individually
            // ex: [something].[something].[something] is bad

            //release com objects to fully kill excel process from running in the background
            Marshal.ReleaseComObject(xlRange);
            Marshal.ReleaseComObject(xlWorksheet);

            //close and release
            xlWorkbook.Close();
            Marshal.ReleaseComObject(xlWorkbook);

```



```

//quit and release
xlApp.Quit();
Marshal.ReleaseComObject(xlApp);
#endregion CleanUp

int vectorLength = F1.Length * F2.Length * F3.Length * F4.Length * F5.Length;

double[] C = new double[vectorLength];

double[] P1 = new double[vectorLength];
double[] P2 = new double[vectorLength];
double[] P3 = new double[vectorLength];
double[] P4 = new double[vectorLength];
double[] P5 = new double[vectorLength];

double[] P1_N = new double[vectorLength];
double[] P2_N = new double[vectorLength];
double[] P3_N = new double[vectorLength];
double[] P4_N = new double[vectorLength];
double[] P5_N = new double[vectorLength];

double[,] C21 = new double[F2.Length, F1.Length];
double[,] C31 = new double[F3.Length, F1.Length];
double[,] C41 = new double[F4.Length, F1.Length];
double[,] C51 = new double[F5.Length, F1.Length];

double[,] C32 = new double[F3.Length, F2.Length];
double[,] C42 = new double[F4.Length, F2.Length];
double[,] C52 = new double[F5.Length, F2.Length];

double[,] C43 = new double[F4.Length, F3.Length];
double[,] C53 = new double[F5.Length, F3.Length];

double[,] C54 = new double[F5.Length, F4.Length];

#region GetC
//----- _1
for (int i = 0; i < F2.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < F1.Length; j++)
    {
        C21[i, j] = F[i, j] + 1;
    }
}

for (int i = 0; i < F3.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < F1.Length; j++)
    {
        C31[i, j] = F[i + F2.Length, j] + 1;
    }
}

int shiftRow = F2.Length + F3.Length;

for (int i = 0; i < F4.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < F1.Length; j++)
    {
        C41[i, j] = F[i + shiftRow, j] + 1;
    }
}

```

```

shiftRow = F2.Length + F3.Length + F4.Length;

for (int i = 0; i < F5.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < F1.Length; j++)
    {
        C51[i, j] = F[i + shiftRow, j] + 1;
    }
}

//----- _2
shiftRow = F2.Length;
int shiftColumn = F1.Length;

for (int i = 0; i < F3.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < F2.Length; j++)
    {
        C32[i, j] = F[i + shiftRow, j + shiftColumn] + 1;
    }
}

shiftRow = F2.Length + F3.Length;
shiftColumn = F1.Length;

for (int i = 0; i < F4.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < F2.Length; j++)
    {
        C42[i, j] = F[i + shiftRow, j + shiftColumn] + 1;
    }
}

shiftRow = F2.Length + F3.Length + F4.Length;
shiftColumn = F1.Length;

for (int i = 0; i < F5.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < F2.Length; j++)
    {
        C52[i, j] = F[i + shiftRow, j + shiftColumn] + 1;
    }
}

//----- _3
shiftRow = F2.Length + F3.Length;
shiftColumn = F1.Length + F2.Length;

for (int i = 0; i < F4.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < F3.Length; j++)
    {
        C43[i, j] = F[i + shiftRow, j + shiftColumn] + 1;
    }
}

shiftRow = F2.Length + F3.Length + F4.Length;
shiftColumn = F1.Length + F2.Length;

for (int i = 0; i < F5.Length; i++)
{

```

```

    for (int j = 0; j < F3.Length; j++)
    {
        C53[i, j] = F[i + shiftRow, j + shiftColumn] + 1;
    }
}

//----- _4
shiftRow = F2.Length + F3.Length + F4.Length;
shiftColumn = F1.Length + F2.Length + F3.Length;

for (int i = 0; i < F5.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < F4.Length; j++)
    {
        C54[i, j] = F[i + shiftRow, j + shiftColumn] + 1;
    }
}
#endregion GetC

#region GetP
int counter = 0;

for (int i = 0; i < F1.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < F2.Length; j++)
    {
        for (int k = 0; k < F3.Length; k++)
        {
            for (int l = 0; l < F4.Length; l++)
            {
                for (int q = 0; q < F5.Length; q++)
                {
                    C[counter] = C21[j, i] * C31[k, i] * C41[l, i] * C51[q, i] * C32[k, j] * C42[l, j] * C52[q, j] *
C43[l, k] * C53[q, k] * C54[q, l];
                    P1[counter] = F2[j] * F3[k] * F4[l] * F5[q] * C[counter];
                    P2[counter] = F1[i] * F3[k] * F4[l] * F5[q] * C[counter];
                    P3[counter] = F2[j] * F1[i] * F4[l] * F5[q] * C[counter];
                    P4[counter] = F1[i] * F3[k] * F2[j] * F5[l] * C[counter];
                    P5[counter] = F2[j] * F1[i] * F4[l] * F3[k] * C[counter];
                    counter++;
                }
            }
        }
    }
}
#endregion GetP

#region GetP_N

//----- Get P5_N-----
for (int i = 0; i < P5.Length; i++)
{
    int group = i % F5.Length;
    double sum = 0;
    for (int j = group; j < P5.Length; j += F5.Length)
    {
        sum += P5[j];
    }
    P5_N[i] = sum == 0 ? 0 : P5[i] / sum;
}

//----- Get P4_N-----

```

```

int prev_shift = F4.Length * F5.Length;
for (int i = 0; i < P4.Length; i += F5.Length)
{
    double sum = 0;
    for (int j = 0; j < F5.Length; j++)
    {
        sum += P4[i + j];
    }
    for (int j = i + prev_shift; j < P4.Length; j = j + prev_shift)
    {
        for (int l = 0; l < F5.Length; l++)
        {
            sum += P4[j + l];
        }
    }
    for (int j = 0; j < F5.Length; j++)
    {
        P4_N[i + j] = sum == 0 ? 0 : P4[i + j] / sum;
    }
}

//----- Get P3_N-----
prev_shift = F5.Length * F4.Length * F3.Length;
int main_shift = F4.Length * F5.Length;
for (int i = 0; i < P3.Length; i += main_shift)
{
    double sum = 0;
    for (int j = 0; j < main_shift; j++)
    {
        sum += P3[i + j];
    }
    for (int j = i + prev_shift; j < P3.Length; j = j + prev_shift)
    {
        for (int l = 0; l < main_shift; l++)
        {
            sum += P3[j + l];
        }
    }
    for (int j = 0; j < main_shift; j++)
    {
        P3_N[i + j] = sum == 0 ? 0 : P3[i + j] / sum;
    }
}

//----- Get P2_N-----
prev_shift = F5.Length * F4.Length * F3.Length * F2.Length;
main_shift = F4.Length * F5.Length * F3.Length;
for (int i = 0; i < P2.Length; i += main_shift)
{
    double sum = 0;
    for (int j = 0; j < main_shift; j++)
    {
        sum += P2[i + j];
    }
    for (int j = i + prev_shift; j < P2.Length; j = j + prev_shift)
    {
        for (int l = 0; l < main_shift; l++)
        {
            sum += P2[j + l];
        }
    }
    for (int j = 0; j < main_shift; j++)

```

```

        {
            P2_N[i + j] = sum == 0 ? 0 : P2[i + j] / sum;
        }
    }

//----- Get P1_N-----
prev_shift = F5.Length * F4.Length * F3.Length * F2.Length * F1.Length;
main_shift = F4.Length * F5.Length * F3.Length * F2.Length;
for (int i = 0; i < P1.Length; i += main_shift)
{
    double sum = 0;
    for (int j = 0; j < main_shift; j++)
    {
        sum += P1[i + j];
    }
    for (int j = i + prev_shift; j < P1.Length; j = j + prev_shift)
    {
        for (int l = 0; l < main_shift; l++)
        {
            sum += P1[j + l];
        }
    }
    for (int j = 0; j < main_shift; j++)
    {
        P1_N[i + j] = sum == 0 ? 0 : P1[i + j] / sum;
    }
}

#endregion GetP_N

for (int i = 0; i < C.Length; i++)
{
    Console.WriteLine(C[i] + "\t" + P1[i] + "\t" + P2[i] + "\t" + P3[i] + "\t" + P4[i] + "\t" + P5[i] + "\t" +
P1_N[i] + "\t" + P2_N[i] + "\t" + P3_N[i] + "\t" + P4_N[i] + "\t" + P5_N[i]);
}

Console.ReadLine();

var A = Matrix<double>.Build.DenseOfArray(P1_N,P2_N,P3_N,P4_N,P5_N);
var b = Vector<double>.Build.Dense(zero_I);
var x = A.Solve(b);

}

static double[] GetColumn(int columnNumber, int rowNumber, Excel.Range xlRange)
{
    double[] result = new double[rowNumber];

    for (int i = 1; i <= rowNumber; i++)
    {
        result[i - 1] = Convert.ToDouble(xlRange[i, columnNumber].Value2.ToString());
    }

    return result;
}

static double[,] GetArray(int rowNumbers, int columnNumbers, Excel.Range xlRange)
{
    double[,] result = new double[rowNumbers, columnNumbers];

    for (int i = 1; i <= rowNumbers; i++)
    {

```

```
        for (int j = 1; j < columnNumbers; j++)
        {
            result[i - 1, j - 1] = Convert.ToDouble(xlRange[i, j].Value2.ToString());
        }
    }
    return result;
}
}
```

## ДОДАТОК Б ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ

# Система підтримки прийняття рішень на основі мережі морфологічних таблиць для аналізу стихійних лих

Зайченко А.Є. КА-62М  
Науковий керівник: Савченко І.О.

1

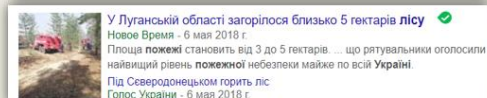
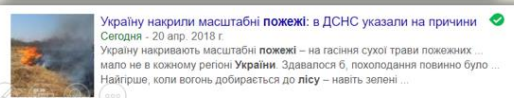
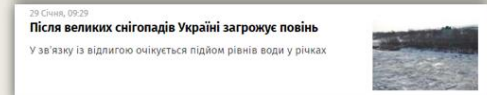
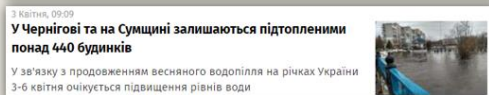
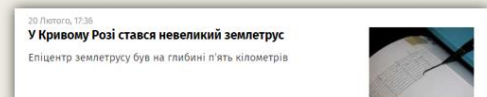
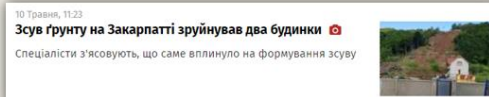
## Об'єкт та предмет дослідження

- Об'єктом дослідження є стихійні лиха.
- Предметом дослідження є мережі морфологічних таблиць для моделювання стихійних лих.

2

## Актуальність

- У наш час проблема безпеки та усунення наслідків природних катастроф стає все більш актуальною. Ризик виникнення катастроф на території України наразі є достатньо високим. У зв'язку з техногенними факторами і урбанізацією масштабність наслідків і руйнівний потенціал стихійних лих постійно зростає, тому задача запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, ліквідації або мінімізації їх наслідків є пріоритетною.



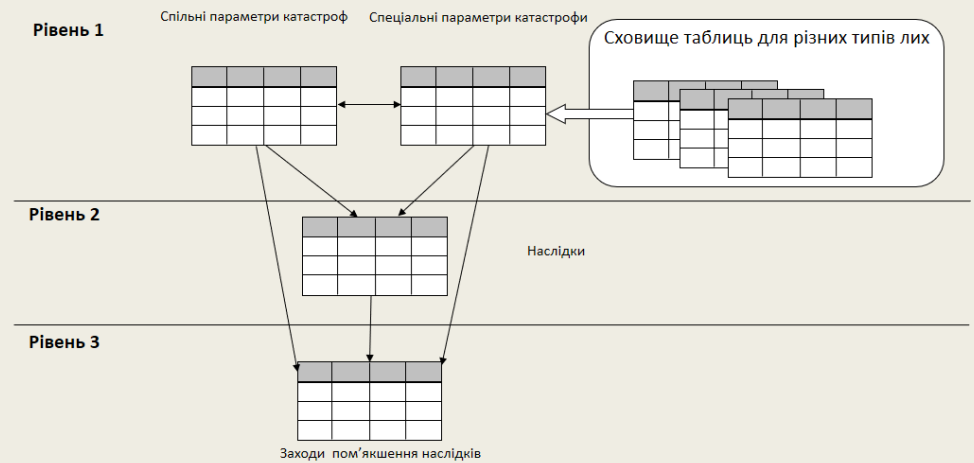
## Постановка задачі

- Ціллю даної роботи є розробка мережі морфологічних таблиць для стихійних лих, за допомогою якої можливо як оцінити загальну підготовленість до цих катастроф в межах певних регіонів або країни в цілому, так і визначити їх наслідки з фіксованими параметрами та запропонувати пом'якшувальні міри.





## Мережа морфологічних таблиць



5

## Аналіз мережі морфологічних таблиць

- Оцінюються взаємозв'язки всередині таблиць і зв'язки між таблицями.
- Отримуємо оцінки для катастроф для складених таблиць.
- Перераховуємо оцінки альтернатив за допомогою процедур модифікованого методу морфологічного аналізу для таблиць першого рівня, і на основі цих оцінок розраховуємо оцінки альтернатив наступного.
- Аналогічно знаходяться оцінки третього рівня за допомогою попередніх.

6

## Приклади таблиць

Масштаб	Місцевість	Тривалість дії
Окремий об'єкт	Густа забудова	>1 тижня
Невелика площа/ квартал/декілька об'єктів	Середня забудова	1 тиждень - 3 дні
Середня площа/район/мале місто	Легка забудова/окраїни	3 дні - 1 день
Велика площа/місто	Сільська	1 день - 10 годин
Область	Незаселена	5-10 годин
Декілька областей/країна		1-5 годин
		<1 години
		Одномоментна

7

## Приклади таблиць

Масштаб	Місцевість				Тривалість дії	
Окремий об'єкт	Ступінь загрози	Будівлі	Запаси питної води	Енерго-мережа	Транспортна доступність	Потенціал для заворушень
Невелика площа/квартал/декілька об'єктів	Немає	Цілі	Достатні	Ціла	Без обмежень	Немає
Середня площа/район/мале місто	Низький	Переважно цілі	Частково достатні	Частково пошкоджена	Пошкоджені або погані дороги	Хвилювання
Велика площа/місто	Середній	Суттєва шкода	Недостатні	Сильно пошкоджена	Недоступно для звичайного транспорту	Безпорядок, непокоря, вандалізм
Область	Високий	Зруйновані	Відсутні/Зруйновані			Масові заворушення, повстання
Декілька областей/країна	Дуже високий					

7

## Приклади таблиць

Масштаб		Місцевість		Тривалість дії		
Окремі райони	Ступінь загрози	Будівлі	Запаси питної води	Енерго-мережа	Транспортна доступність	Потенціал для заворушень
	Немає	Цілі	Достатні	Ціла	Без обмежень	Немає
Середні райони	Низький	Запобігання катастрофи людей		Необхідна допомога	Залучені підрозділи	Необхідний транспорт, обладнання
	Середній	Евакуація		Медична	Волонтери	Не потребується
	Великий	Тимчасові укриття		Фізіологічна	Місцеві підрозділи МНС	Автомобілі, автобуси
	Областний	Тимчасові інженерні споруди		Їжа, питна вода	Державні підрозділи МНС	Спеціальні інженерні
	Дуже високий				Національна гвардія	Гелікоптери
						Військові

7

## Приклад. Повінь на Сумщині



На Сумщині 2 квітня 2018 року підтопило частину міста Охтирки та деякі села поблизу Сум. Причиною стихійного лиха рятувальники називають стрімку відлигу. Було підтоплено 25 будинків, 11 вулиць, евакуйовано 45 людей, постраждалих розміщено у лікарні. При тривозі було піднято весь особовий склад Охтирського відділення поліції. Тимчасово були недоступні декілька доріг в області.

Ступінь загрози	Будівлі	Запас питної води	Енергомережа	Транспортна доступність	Потенціал для заворушень
0,175	0,134	0,107	0,197	0,155	0,99
0,056	0,085	0,165	0,089	0,114	0,116
0,242	0,216	0,233	0,283	0,148	0,279
0,455	0,377	0,308			0,411
0,522					

## Приклад. Повінь на Сумщині



На Сумщині 2 квітня 2018 року підтопило частину міста Охтирки та деякі села поблизу Сум. Причиною стихійного лиха рятувальники називають стрімку відлигу. Було підтоплено 25 будинків, 11 вулиць, евакуйовано 45 людей, постраждалих розміщено у лікарні. При тривозі було піднято весь особовий склад Охтирського відділення поліції. Тимчасово були недоступні декілька доріг в області.

Запобігання дії катастрофи на людей	Необхідна допомога	Залучені підрозділи	Необхідний транспорт, обладнання
0,012	0,055	0,145	0,307
0,179	0,28	0,079	0,12
0,189	0,17	0,29	0,21
		0,64	0,34
			0,5

## Приклад. Пожежа в «Поліському природному заповіднику»



Загорілося близько 60 га лісу в районі села Копище Олешівського району. Наступного дня площа пожежі на території Поліського природного заповідника збільшилась до 120 га. У боротьбі з вогнем було задіяно понад 60 одиниць техніки, 200 чоловік, а також два літаки Ан-32П і вертоліт Мі-8.

Ступінь загрози	Будівлі	Запас питної води	Енергомережа	Транспортна доступність	Потенціал для заворушень
0,675	0,034	0,407	0,547	0,355	0,99
0,356	0,476	0,365	0,362	0,154	0,116
0,142	0,517	0,23	0,105	0,048	0,279
0,255	0,673	0,12			0,101
0,387					

## Приклад. Пожежа в «Поліському природному заповіднику»



Загорілося близько 60 га лісу в районі села Копище Олешівського району. Наступного дня площа пожежі на території Поліського природного заповідника збільшилась до 120 га. У боротьбі з вогнем було задіяно понад 60 одиниць техніки, 200 чоловік, а також два літаки Ан-32П і вертоліт Мі-8.

Запобігання дії катастрофи на людей	Необхідна допомога	Залучені підрозділи	Необхідний транспорт, обладнання
0,068	0,024	0,122	0,602
0,263	0,16	0,183	0,24
0,247	0,248	0,096	0,123
		0,365	0,114
			0,28

9

## Висновки

Створена мережа морфологічних таблиць має сильні сторони:

- вона допомагає структурувати стихійні лиха за певними характеристиками;
- дозволяє розглянути одночасно велику кількість варіантів;
- будь-який параметр може бути зафіксовано для того, щоб прослідкувати поведінку інших параметрів;
- допомагає визначити наслідки лиха та пропонує пом'якшувальні міри;
- результати дослідження отримуються у зручному для прийняття рішень вигляді ваг.

Поки що існують також слабкі сторони:

- обмежена кількість обраних лих;
- враховуються лише первинні наслідки катастроф.

10